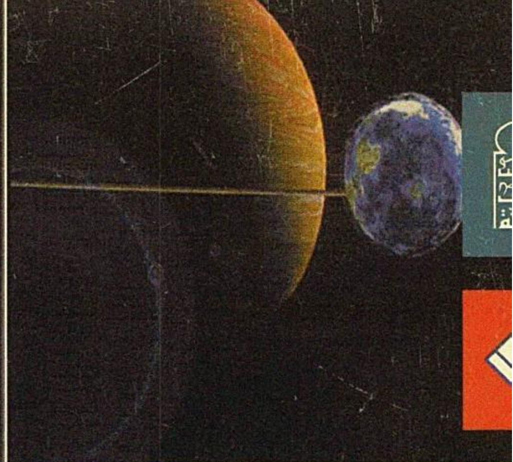
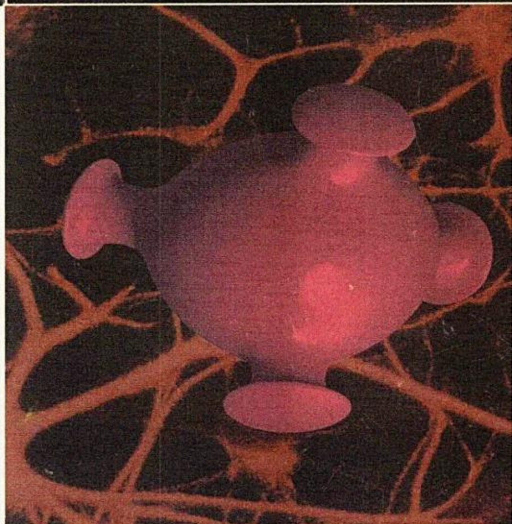



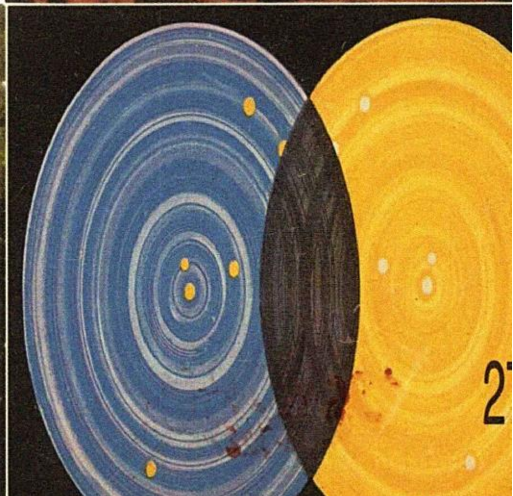
البدايات

قصة نشوء الإنسان الحياة الأرض الكون

تأليف إسحاق عظيموف

ترجمة ظريف عبد الله





البدايات

قصة نشوء

الإنسان - الحياة - الأرض - الكون

المشروع القومى للترجمة

البدايات

قصة نشوء

الإنسان . الحياة . الأرض . الكون

تأليف : إسحاق عظيموف

ترجمة : ظريف عبد الله



٢٠٠١

المشروع القومى للترجمة

إشراف : جابر عصفور

شارع الجبلاية بالأوبرا - الجزيرة - القاهرة ت ٧٣٥٢٣٩٦ فاكس ٧٣٥٨٠٨٤

El Gabalaya St. Opera House, El Gezira, Cairo

Tel : 7352396 **Fax :** 7358084 **E. Mail :** asfour @ onebox. com

إهداء الترجمة

إلى شباب مصر ، أملها ، ومستقبلها

إلى ذكرى الرائدين :

إسماعيل مظهر ، مترجم "أصل الأنواع " ،

وسلامة موسى ، المدافع الصلب عن نظرية النشوء والارتقاء .

المحتويات

الصفحة

الصفحة

ملاحق : ١ - كشاف العلماء والأعلام والأسماء الجغرافية .
٢ - معجم إنجليزى - عربى .
٣ - معجم عربى - إنجليزى .
٤ - قائمة مصطلحات علمية وردت بالكتاب .

عن الكتاب والمؤلف

هذا كتاب بدأ المؤلف العمل فيه في فبراير ١٩٨٧ ، ومضى فيه رجوعا إلى الماضي السحيق خطوة خطوة ، حتى الانفجار الكبير الذى دشّن بداية الكون طبقا للنظرية الغالبة عند العلماء المختصين . ويحكى المؤلف بلغة سهلة مبسطة قصة نشوء الإنسان ، وبداية الكائنات الحية ، فظهور الأرض ، والكون .

وهو كتاب علمى بامتياز ، التزم المؤلف في مادته منهجا علميا دقيقا ، منتقلا من كل حالة أو ظاهرة أو حقبة إلى سابقتها فى سلّم التطور ، كمن يدير شريطا سينمائيا إلى الوراء ، من آخره إلى أوّله ، وفى كل خطوة أيد القول بالدليل المادى حيثما وُجد ، كالحفريات ، والآثار الچيولوچية ، وحركة القارات ، والظواهر الكونية التى ثبت وقوعها. وذكر – فى كل حالة – تاريخ الكشف أو الاختراع وصاحبه ، عالما كان أو مخترعا أو مكتشفا أو مفكرا .

وجاء تأليف الكتاب والمؤلف فى ذروة نضجه العلمى و قمّة شهرته كأبرز كُتّاب تبسيط العلوم والخيال العلمى فى القرن العشرين ، وبعد أن بلغ رصيده من التأليف ٣٧٥ كتابا.

وُلد سنة ١٩٢٠ فى روسيا ، ونزح فى سنّ الثالثة مع والديه إلى الولايات المتحدة الأمريكية ، واستقرّ فى بروكلين من أعمال نيويورك ، وتوفى سنة ١٩٩٢ فى مدينة نيويورك ، وكان – وربما لا يزال – من أكثر الكُتّاب مبيعا فى وطنه على الأقل.

وقد تعمق المؤلف فى دراسة الكيمياء وحصل فيها على شهادات أهلته لتدريسها فى جامعة كولومبيا بنيويورك ، واستقال من التدريس سنة ١٩٥٨ ليكرس وقته وجهده

مدخل

أبدأ كتابة هذا الكتاب عن " البدايات " ، متمتعًا بميزة هائلة ، وهى أن كل حكومات العالم متفقة على طريقة قياس الزمن .

فالسنون مرقومة بالتتابع ، بمعنى أنى - إذ أكتب هذه الجملة فى سنة ١٩٨٧ - أعلم أن السنة الماضية كانت ١٩٨٦ ، وأن السنة القادمة ستكون ١٩٨٨ ، وأن أحدا لن يختلف فى هذا .

وكل سنة مقسمة إلى اثنى عشر شهراً ، وأى شهر معلوم يتراوح عدد أيامه بين ثمانية وعشرين وواحد وثلاثين يوما . وهذا شذوذ لا ضرورة له ، لكنه أمر يتفق عليه العالم أجمع : إذا قلتُ إن اليوم هو ٢ فبراير ١٩٨٧ فى مدينة نيويورك ، فسوف يوافقنى على ذلك الجميع (برغم أنه ، فى هذه اللحظة ، يعتبر يوم ٣ فبراير قد بدأ فعلا فى بعض بقاع العالم) . كما أننا متفقونِ جميعًا على أن السنة تبدأ فى أول يناير .

وهذا لا ينفى أنه توجد تقويمات خاصة تستخدمها ديانات شتى أو دول مختلفة ، تتبع الطرق التقليدية القديمة لحساب الزمن . لكنّ هذه كلها حالات محلية وخاصة ، وإذا كانت تضفى على شئون البشر نكهة من التنوع والتشويق ، فإنها لا تثير أى ارتباك ؛ فالتقويم الدولى هو المعمول به فى كل المعاملات الرسمية ، وهذا التقويم يسمى " التقويم الجريجورى " لأن البابا جريجوريوس الثالث عشر وضع اللمسات الأخيرة فيه رسميا سنة ١٥٨٢.

ولم يكن الأمر كذلك دائما ، فمسألة حساب الزمن لم تحظ بالقبول وتطبّق فى كل أنحاء العالم تقريبًا إلا فى أزمنة قريبة نسبيًا ، لكنها تسمح لنا على الأقل بأن ننظر إلى الماضى انطلاقا من حاضر مستقر تمامًا .

وسأتناول فى هذا الكتاب بدايات أمور شتى ، بادئا من مسائل عادية نسبيا وتحدث كل يوم ، ثم أنتقل تباعا إلى مسائل أبعد مدًى وأعم دلالة ، حتى نصل فى النهاية إلى النظر فى الوقت وفى الأحداث التى يمكن أن تكون قد وقعت فى بداية الكون ذاته .

وسيكرس كل فصل من الفصول التالية لبداية شىء ما وسيكون اسم هذا الشىء عنوان الفصل المعنى ، وسنبدأ عملنا بتكنولوچيا إنسانية محددة موثقة توثيقا كاملا ، بحيث لا تثير لنا أى مشكلة .

البـدايـات

- 1 -

طيران الإنسان

فى مدينة كبرى - مثل نيويورك أو شيكاغو أو لوس أنچيليس - يستطيع الإنسان فى أى ساعة من النهار أو الليل أن ينظر إلى فوق ؛ فيرى طائرة أو أكثر (أو يرى أنوارها ليلاً) تتحرك فى السماء ، والمنظر مألوف إلى درجة أن أحدا لايلتفت إليه .

ولكن ، عندما كنت صبيا صغيرا فى عشرينيات القرن العشرين ، كانت رؤية طائرة فى سماء نيويورك أمرا نادرا إلى درجة أن الناس كانوا يهرعون خارج بيوتهم لمشاهدة المنظر والإعجاب به ؛ ومن ثم لابد أن الطائرات بدأت تطير قبل العشرينيات بمدة غير طويلة ؛ فمتى بدأت فعلا ؟ متى بدأ الإنسان يطير ؟

قد تبدو الإجابة يسيرة : ففى ١٧ ديسمبر ١٩٠٣ أنجز مخترع أمريكى يدعى **أورڤيل رايت** (١٨٧١ - ١٩٤٨) أول طيران لطائرة فى التاريخ فى قرية كيتى هوك بولاية كارولينا الشمالية ، كان قد صنع طائرة مع شقيقه **ويلبر رايت** (١٨٦٧-١٩١٢) ولم تقطع تلك الطائرة سوى ٨٥٠ قدماً ، وهى لا تكاد تبتعد عن سطح الأرض ، ظلت فى الهواء أقل من دقيقة وسارت ببطء بحيث استطاع ويلبر أن يجرى بجوارها ، وكان ذلك أول طيران ناجح فى طائرة ، ويمكن القول إنه يمثل بداية طيران الإنسان .

فهل انتهت بذلك القصة ؟ هل بإمكاننا أن ندع جانبا مسألة طيران الإنسان وننتقل إلى موضوع جديد ؟

لا ، لأن المسألة ليست بهذه البساطة . إن الأخوين رايت لم يكونا يعملان فى فراغ ؛ لقد كان هناك آخرون يبحثون هم أيضا فى الأمر .

فعالم الفلك الأمريكى صمويل پييرپونت **لانجلى** (١٨٣٤ - ١٩٠٦) بدأ يجرب الطائرات سنة ١٨٩٦ ، وقام قبل طيران الأخوين رايت بثلاث محاولات لجعل طائرته تطير ، وكاد ينجح فى المرة الثالثة ، لكنه لم يوفق تماما ، وفى ١٩١٤ كانت طائرته الثالثة مزوّدة بمحرك أقوى ونجح طيرانها ، غير أن لانجلى كان قد توفى .

حسنا ، فهل يمكن القول إن طيران الطائرات بدأ بنصف النجاح الذى حققه لانجلى ؟

بوسعنا أن نجيب عن السؤال كما يلى : من المؤكد أن لانجلى جزء مشرف من تاريخ طيران الإنسان ، وكذلك كان باحثون سابقون اشتغلوا بصنع آلات تطير ، أو وضعوا القواعد العلمية التى أتاحت صنع تلك الآلات . وعلى كلٍّ فقد وضع المهندس والفنان الإيطالى **ليوناردو دافنتشى** (١٤٥٢ - ١٥٩١) رسومات لافتة لآلات تطير ، مبنية على تدبّر ذكى لقوانين الميكانيكا . بل إن قدماء الإغريق ابتكروا - قبل ذلك بألفى سنة - قصصا خيالية تدور حول صنع أجنحة ذات ريش تمكن المرء من الطيران ، بيد أن البداية الحقيقية ينبغى أن تنسب إلى أول طيران ناجح تلته حالات أخرى ناجحة من الطيران .

ومع ذلك علينا - بعد أن قلنا كل ما سبق - أن نسلّم بأن أورڤيل رايت لم يكن أول إنسان نجح فى أن يطير . لقد كان أول من طار بمركبة أثقل من الهواء : مركبة طارت برغم أنها ما كانت لتطفو فى الهواء ، ولكن ما شأن المركبات التى تطفو فعلا فى الهواء ؟

فى ٢ يوليو ١٩٠٠ نجح المخترع الألمانى فرديناند فون **تسيپيلين** (١٨٣٨ - ١٩١٧) فى القيام بأول طيران ، وقفت خلاله جندولة قادرة على احتواء كائنات بشرية ، معلّقة أسفل كيس فى شكل سيجار ، مملوء بالهيدروچين ، وقادر على الطفو فى الهواء ، كان هذا الجهاز بالونا قابلا للتوجيه أو منطاداً ، وبما أن مثل هذا الجهاز كان مزودا بمحرك ذى احتراق داخلى ومروحة ، فإنه كان يمكن تحريكه فى أى اتجاه ، حتى ضد الريح ، وأطلق أيضا على تلك الأجهزة اسم " مناطيد تسيپيلين " من اسم مخترعها ، كما سميت " سفن هوائية " ، لأسباب واضحة .

وقد بنيت مناطيد إضافية واستخدمت للطيران التجارى قبل الطائرات ، وفى العشرينيات والثلاثينيات كان يبدو أنها تمثل الاتجاه الذى سيسلكه طيران الإنسان ، فما السبب إذن فى أن بدء طيران الإنسان ينسب دائما إلى طيران طائرة رايت فى ١٩٠٣ وليس إلى طيران ڤون تسيپيلين الذى حدث سنة ١٩٠٠؟

الجواب هو أن المناطيد خسرت السباق ، فى نهاية المطاف؛ فالكيس المملوء بالهيدروچين كان شديد التعرض للاحتراق ، كما حدث لـ « هندبرج » ، وهو أضخم منطاد بُنِى فى يوم من الأيام ، عندما انفجر مشتعلا وهو راسٍ فى ليكهرست ،

فى ولاية نيوچرسى يوم ٦ مايو ١٩٣٧ ، وحتى المناطيد التى استُخدم غاز الهليوم فى نفخ أكياسها كانت شديدة التعرض لأخطار الأعاصير ؛ لذلك اختفت المناطيد من المسرح قبل الحرب العالمية الثانية ، فى الوقت الذى ازدادت فيه الطائرات حجما وسرعة باطّراد .

فالمناطيد بوصفها المنافس الفاشل فى طيران الإنسان ، تميل إذن إلى الانزواء فى طى النسيان ، ويشار دائما إلى بدء الطيران على أنه طيران طائرة أورڤيل رايت .

لكن لنعد خطوة إلى الوراء فى الزمن .

فى ١٨٥٢ ، أى ثمان وأربعون سنة قبل تسيپلين ، وضع مهندس فرنسى اسمه هنرى **چيفار** (١٨٢٥ - ١٨٨٢) محركا بخاريا فى جندول تحت بالون فى شكل " سجق " ، وجعله يدير مروحة بحيث يتسنى له التحرك فى أى اتجاه مرغوب بسرعة ٦ أميال فى الساعة .

فهل يمكن اعتبار ذلك أول طيران يقوم به منطاد ؟ كلا ، لأن جهاز چيفار لم يسفر أبدا عن شىء ، لقد كان شيئا يمكن أن نسميه « بيان تجريبى مختبرى » غير عملى فى الحقيقة . كان يمكن عمله ، ولكن لم يكن يستحق أن يعمل ؛ لذلك ينبغى لنا أن نعتبر البداية الحقيقية ، ليست فقط الحدث الذى حقق نجاحا بل الحدث الذى تلته أحداث أخرى من نفس النوع ، أى الحدث الذى " ثبّت أقدامه " .

ولماذا ثبّت اختراع تسيپلين قدمه ، فى حين أن اختراع چيفار لم يفعل ؟ لسبب واحد ، وهو أن تسيپلين لم يكن يعمل بمجرد كيس من الهيدروچين ، بل أحاط الكيس بأغلفة من الألومنيوم الرفيع ، الأمر الذى جعله أقوى ميكانيكيا بكثير وسمح بجعله انسيابيا بصورة أكثر كفاءة بحيث تسنى له التحرك بسرعة أكبر ، كذلك استخدم تسيپلين محرك احتراق داخلى وليس محركا بخاريا ، فكان الأول أكثر كفاءة ، ومع ذلك فالمؤكد أنه لم يكن الألومنيوم ولا محركات الاحتراق الداخلى متاحة لچيفار ، لذا لا يصح أن يؤخذ عليه بشدة عدم الإفادة من تلك الأشياء .

على أنه - حتى بغض النظر عن چيفار - يبقى أن البشر كانوا يطيرون - بنجاح وعمليا - قبل الأخوين رايت وقبل ڤون تسيپلين - فى أجهزة لم تكن طائرات ولا مناطيد ؛ ذلك أن الطائرات والمناطيد على السواء ، هى فى نهاية المطاف أجهزة مزودة بطاقة وتستطيع شق طريقها فى عكس اتجاه الريح ، ولكن ما القول فى الأجهزة غير المزودة بطاقة والتى لا تستمد الطاقة المحركة لها إلا من الرياح ؟

إن الطائرات الخالية من المحركات تسمى طائرات شراعية ، وعندما تطلق الطائرات الشراعية من أعلى ربوة أو صخرة شاهقة ، فبإمكانها أن تحلّق لمسافات بعيدة، خاصة إذا استفادت من تيارات الرياح الصاعدة ، وقد طار الأخوان رايت مرات عديدة بطائرات شراعية قبل أن يطيرا فى طائرة ، بل إن طائرتهم الأولى كانت فى الواقع لا تزيد كثيرا عن كونها طائرة شراعية محسّنة ومزودة بمحرك احتراق داخلى .

كذلك ، تسمى المناطيد غير المزودة بمحركات " بالونات " ، وهذه كانت تستطيع وهى طافية فى الهواء أن تنجرف مع الريح وأن تحمل أشخاصا إلى مسافات بعيدة ، وذلك قبل اختراع الطيران - بقوة دفع الطاقة - بمدة طويلة .

وكان المهندس الإنجليزى چورچ **كايلى** (١٧٧٣ - ١٨٥٧) أول من درس دراسة علمية الظروفَ التى يمكن للهواء - فى ظلها - أن يُبقى جهازًا اصطناعيًا مرتفعًا فى الجو ، وبهذا أسس علم الديناميكا الهوائية . لقد كان أول من أدرك أن الشىء الذى تمس الحاجة إليه هو جناحان ثابتان ، مثل هدبى سنجاب طائر وليس جناحين متحركين (مثل أجنحة الطيور) ؛ فابتكر الشكل الأساسى الذى يمكن أن تجىء عليه الطائرات فى حالة اختراعها - جناحان وذيل وهيكل انسيابى ودفّة - وأدرك أنه إذا ما تسنى صنعها خفيفة بما فيه الكفاية فإن الريح سوف تحمل الجهاز عبر الهواء فى رحلات طويلة، وأدرك أيضا أن ذلك الجهاز سوف يحتاج إلى محرك ومروحة كى يتسنى له أن يتحرك فى عكس اتجاه الريح ، لكنه كان يعلم أنه لن يكون من بين المحركات الموجودة آنذاك محرك خفيف بالقدر الكافى وقوى بما فيه الكفاية.

وعلى كل فقد شيد فى ١٨٥٣ أول طائرة شراعية قادرة على حمل رجل فى الهواء ، كان عمره حينئذ ستين سنة ، ولم يشعر أنه قادر على المغامرة بالقيام بطيران فعلى (أو ربما كان مبالغا فى الحرص على حياته) . بيد أنه فى تلك الأيام كان يُنْتَظَر من الخدم أن يطيعوا الأوامر ، لذا أمر كايلى سائق عربته بأن يركب الطائرة الشراعية فى أول رحلة لها ، رغم اعتراضات الرجل المسكين الشديدة ، وقد نفذ السائق الأمر وعاش بعدها .

كان ذلك بعد مضى سنة على أول رحلة قام بها البالون المزود بالطاقة الذى ابتكره چيفار ، لكن طائرة كايلى الشراعية غير المزودة بالطاقة أحرزت بعض النجاح ، ثم صُنعت طائرات شراعية أفضل ، وقرب نهاية القرن التاسع عشر أضحى الطيران الشراعى رياضة شعبية لدى الشباب والمغامرين ، وكان أشهر متحمس للطيران

الشراعى آنذاك مهندساً ألمانيا يدعى **أوتو ليينتال** (١٩٤٨ - ١٨٩٦) توفى من جراء الإصابات التى لحقته عندما سقطت طائرته الشراعية فى النهاية .

ولكن كانت هنالك - قبل طائرة كايلى غير المزودة بالطاقة - بالونات غير مزودة بالطاقة ؛ ففى ١٧٨٣قام بصنع أول بالونات ناجحة أخوان هما چوزيف ميشيل **مونجولفييه** (١٧٤٠ - ١٨١٠) وچاك إتْيين **مونجولفييه** (١٧٤٥ - ١٧٩٩). طار أول بالون (منفوخ بالهواء الساخن) فى ٥ يونيو ١٧٨٣ ، ولكن لم يتم إلا فى ٢٠ نوفمبر ١٧٨٣ صنع بالون كبير بما فيه الكفاية لحمل إنسان ، بل شخصين فى واقع الأمر ، كان أحدهما عالم فيزياء شاباً هو چان فرانسوا **پيلاتْر دى روزييه** (١٧٥٦ - ١٧٨٥) والآخر **الماركى دارلاند** : فكان المذكوران أول من طار من بنى البشر فى الهواء فى جهاز من صنع البشر ، أى أول « ملاحين جويين » ، وذلك قبل الأخوين رايت بما لا يقل عن ١٢٠ سنة.

وفى ٧ يناير ١٧٨٥ عبر پيلاتر دى روزييه بحر المانش على متن بالون ، وعندما حاول العودة ببالون يوم ١٥ يونيو احترقت المادة المصنوع منها البالون بفعل النار المستخدمة لتسخين الهواء الموجود داخل البالون (للاحتفاظ بوزنه أخف من وزن الهواء العادى) ، وسقط على الأرض جثة هامدة من ارتفاع ميل تقريبا؛ هكذا كان أول ملاح جوى هو أول من لقى حتفه فى كارثة ملاحة جوية.

ولعلك ترى من هذا السرد أن البتّ فى مجرد لحظة البداية لظاهرة حديثة جدا ليس من السهولة بمكان ، ولو توافرت لديك كل التواريخ ، وعليك أن تكون واضحا بشأن تحديد ما تسعى لتتبع بدايته - أهى الآلات الأثقل من الهواء والمزودة بطاقة ، أم الآلات الأخف من الهواء والمزودة بطاقة ، أم الآلات غير المزودة بطاقة ؟ وعليك أن تقرر ما إذا كنت ستأخذ فى الاعتبار المحاولات غير الناجحة ، أو المحاولات الناجحة التى لا تفضى إلى أى نتائج .

وثمة نقطة أخرى يمكننا طرحها ألا وهى أن البدايات قد تكون غير واضحة بعض الشىء ؛ لأن التغييرات تحدث دائما عبْر عملية تطور ؛ أى تراكم تغييرات صغيرة ، بل صغيرة أحيانا إلى حد أنك لا تستطيع تحديد النقطة التى يسعك فيها أن تقول « هذه هى البداية ».

ويصدق هذا على كل شىء تقريبا ، وتتضح صحته بجلاء كلما اتسع نطاق الشىء الذى تسعى إلى تتبع بدايته فى الماضى . ومثال ذلك : لنفرض أن ما تسعى إلى تتبع بدايته فى الماضى ليس الطيران المعزز بطاقة ، بل التاريخ ذاته . متى يبدأ السرد المتأنى للمعارك والصراعات ، والمشاكل والحلول ، والشر الخبيث والخير الجهيد ، الذى سطر تاريخ الإنسانية الطويل ؟

إن كل تلميذ أمريكى صغير يستطيع أن يعود بذهنه إلى سنة ١٧٧٦ حين أعلنت المستعمرات الأمريكية استقلالها ، بل إلى ١٤٩٢ ، عندما اكتشف كريسطوفورو كولمبو (١٤٥١ - ١٥٠٦) العالم الجديد . لكنّ هذا بالتأكيد ليس أقصى ما يمكن أن تعود إليه فى الماضى ، فاكتشاف كولمبو لم تمض عليه تماما خمسمائة سنة ، فى حين أن التاريخ يمتد إلى أزمنة أكثر إيغالا فى القدم بكثير ، لم يكن الأوروبيون يحلمون فيها بأن للأمريكتين وجوداً .

لذلك ، فلنبحث فى الماضى عن اللحظة التى بدأ فيها التاريخ .

- 2 -

التاريخ

كان غرب أوربا فى زمن رحلة كولومبو داخلا لتوّه فى « الأزمنة الحديثة » . والواقع أن سنة ١٤٩٢، وبالتحديد لأن اكتشاف كولومبو التاريخى حدث فى تلك السنة ، كثيراً ما تعتبر البداية الفعلية للأزمنة الحديثة . وتلك ، بطبيعة الحال ، مسألة تعريف ، إلى حد بعيد ، مثلها فى ذلك مثل كل البدايات بوجه عام . فيمكن سَوْق حجج وجيهة تماما تأييدا للقول بأن الأزمنة الحديثة بدأت مبكرا فى ١٤٥٣ (تاريخ فتح الأتراك للقسطنطينية) أو بعد ذلك فى ١٥١٧ (بداية الإصلاح الدينى البروتستانتى). بيد أننا سنأخذ بسنة ١٤٩٢ دون مزيد من الجدل .

إن الوثائق المدونة المتعلقة بالأزمنة الحديثة متوافرة بامتياز . ولعل سبباً واحداً فى ذلك هو أنه لم يمض عليها سوى وقت قليل لا يدع فرصة تُذكر لأن تضيع أو تدمّر إلى الأبد وثائق حاسمة الأهمية . وثمة سبب آخر ، وهو أن المخترع الألمانى يوهان جوتنبرج (١٣٩٨ - ١٤٦٨) اخترع نحو سنة ١٤٥٠ الطباعة بحروف متحركة ، وبذلك أصبح فى الإمكان إنشاء سجلات متعددة من كل نوع بحيث استحال ضياعها وتدميرها إلى الأبد.

ولكن قبل الأزمنة الحديثة مرت على أوروبا ألف سنة يشار إليها عادة باسم " الحقبة الوسيطة " أو " العصور الوسطى " ، لأنها جاءت بين الأزمنة الحديثة والأزمنة القديمة . والعصور الوسطى ، لا سيما نصفها الأول ، شحيحة بعض الشىء بالوثائق . ومن أسباب ذلك طول الزمن المنقضى بحيث تهيأت فرص أكبر لحدوث الخسائر والكثير من التقلبات وصروف الدهر التى تسببت فيها ، لا سيما فى غياب الطباعة . ثم إنه كان " عصر إيمان " كانت فيه الأمور المتعلقة بالدين أهم كثيرا من الأمور المتعلقة بالدنيا ، ومن ثَمّ كانت السجلات المحفوظة قليلة ورديئة.

ومع ذلك ، فبرغم أن التاريخ مشوش فى حقبة الألف سنة هاته ، لدينا ما يكفى لرسم صورة لا بأس بها للأحداث التى جرت خلالها .

ومثال ذلك أن إسبانيا الحديثة لم تتشكل بصورتها الراهنة على وجه التقريب إلا قرب نهاية العصور الوسطى . أما قبل ذلك فكانت موجودة فى صورة مجموعة من الممالك المسيحية الصغيرة فى الجزء الشمالى من شبه جزيرة إيبريا بسبب الضربة القاصمة التى أنزلها بها غزو إسلامى أتى من إفريقيا فى وقت مبكر من الحقبة . ثم أخذت المناطق المسيحية تنمو ببطء على حساب المناطق الإسلامية فى الجنوب وائتلفت فيما بينها. وما إن هلّت سنة ١٤٠٠ والسنون التالية ، إلا وكانت هناك ثلاث ممالك مسيحية فى شبه الجزيرة : البرتغال إلى الغرب ، وأراغون إلى الشرق ، وقشتالة – وهى أكبرها – فى الوسط . وفى ١٤٦٩ تزوجت إيزابلا (١٤٥١ – ١٥٠٤) ، وريثة عرس قشتالة ، من فرديناند (١٤٥٢ – ١٥١٦) ، وريث عرش أراغون ، وفى ١٤٧٩ ، عندما ولى كل منهما العرش ، توحدت المملكتان وظلتا كذلك . وفى ١٤٩٢ ، قبيل رحلة كولومبو ، استولت المملكة المتحدة لأسبانيا على آخر المناطق العربية فى الجنوب ، فكان ذلك مولد إسبانيا الحديثة .

أما انجلترا فهى بشكلها الحديث أقدم عهدا . ذلك أن وليم ، دوق نورماندیا (١٠٢٧ – ١٠٨٧) ، غزا انجلترا وهزم الانجليز فى معركة " هيستنجز " بتاريخ ١٤ أكتوبر ١٠٦٦ ، وأنشأ هناك نظاما ملكيا وطيدا . وبوسع الملكة اليزابيث الثانية التى تحكم تلك البلاد الآن ، أن تثبت انحدارها من نسل وليم ، وبذلك يكون عمر السلالة الآن ٩٢١ سنة.

بل إن شكل فرنسا الراهن أوغل فى القدم إذ يعود إلى تولى **هوج كاپيت** (٩٤٠ – ٩٦٦) المُلك فى ٩٨٧ (ألف سنة بالضبط قبل اللحظة التى أكتب فيها هذا) ... وكان آخر أحفاده لُوِى- فيليب الأول الذى نزل عن العرش فى ١٨٤٨ أى أن الأسرة استمرت تحكم ٨٦١ سنة .

وكان لألمانيا تاريخ شديد التقلب ، ظلت طوال معظمه منقسمة إلى أجزاء صغيرة متشاحنة فيما بينها ومع أعداء غير ألمان على السواء . لكنها شكلت خلال العصور الوسطى قلب كيان سياسى سُمى " الإمبراطورية الرومانية المقدسة " ، وكانت هذه الأمبراطورية قوية الجانب فى بعض الفترات .

ولدت الإمبراطورية الرومانية المقدسة عندما تم تتويج**شارلمانى** (٧٤٢ – ٨١٤) ، حاكم مملكة الفرنجة المسيطرة آنذاك على غرب أوروبا ، إمبراطوراً على يد البابا ليو الثالث (٧٥٠ – ٨١٦) فى روما يوم ٢٥ ديسمبر سنة ٨٠٠ .

وبالمناسبة كان شارلمانى هو الحاكم الذى أمر بِعَدِّ السنين وفق النظام الراهن ، وقد استقر العمل به ، وهو الأمر الذى أثنيت عليه فى مقدمتى ،فى ممتلكاته الشاسعة ، وفى نهاية المطاف فى العالم أجمع. لذلك أستطرد برهة ، عند هذه النقطة ، لأشرح كيف يعمل هذا النظام ولماذا تعتبر السنة التى أكتب فيها هذا هى ١٩٨٧ وليست أى سنة أخرى .

فى الأزمنة القديمة كان المتواضع عليه أحيانا تحديد السنة بتسميتها باسم حدث بارز وقع فيها، فمن الممكن مثلا أن تسمى « سنة العاصفة الثلجية الكبرى » . ويقلّد الكاتب پ . ج . ودهاوس هذا الأسلوب ، ساخراً ، بالإشارة مراراً إلى الزمن بالعبارة « السنة التى ربح فيها الحصان الفلانى جائزة الدربى » .

وبطبيعة الحال لا فائدة من هذا التحديد إلا بالنسبة لمن كانوا يعيشون فى الفترة المعنية ويتذكرون الحدث .

وثمة نظام أكثر اتساقًا هو تحديد السنة بولى الأمر الحاكم ، وهو عادة ملك. فيمكن أن نقول : « فى السنة الثالثة من حكم الملك هوشع » ، أو « فى السنة الثانية والعشرين من حكم الملك منسّى » . هكذا تحدد السنون فى الكتاب المقدس (التوراة) [1] ، مما يصعب معه تحويل تسلسل تواريخ الأحداث فى التوراة إلى نظام تسلسلها المعتاد .

واضح أن الشيء المنطقى الذى ينبغى عمله هو اختيار حدث ذى أهمية خاصة وترقيم كل السنين تباعًا ابتداء منه ، دون البدء من جديد فى أى وقت . والسنون كما نرقمها اليوم هى بالضبط على هذا النحو ، تبدأ من حدث معين وترقم تباعا إلى ما لا نهاية .

بيد أن الكثيرين لا يدركون أن السنة ١ إنما تخلد ذكرى حدث ما، بل يظنون أنها تمثل حقا بداية . فالناس يقولون أحيانا « منذ السنة واحد » ، ويقصدون « من يوم ما الدنيا دنيا » . بل إنى سمعت أناسا يتحدثون عرضا عن الأرض على أنها لم يمض على وجودها ألفا سنة .

(١) " الكتاب المقدس " هو العنوان الرسمى للمجلد الذى يضم " العهد القديم " (لليهود) " والعهد الجديد " للمسيحيين – أما " التوراة " ، فتطلق فى الدراسات التوراتية على الأسفار الخمسة الأولى فقط من العهد القديم ولكن جرى العرف على إطلاق « التوراة » على العهد القديم برمته، وهذا غير دقيق من الناحية العلمية . ومن باب التيسير والاختصار ، سوف نستعمل تعبير " التوراة " فى هذا الكتاب مقابلاً لكلمة BIBLE كلما وردت ، ومعناها اللغوى الدقيق « الكتاب » ، ومنه اشتُق تعبير " الببلوجرافيا " أى : قائمة الكتب والمراجع .

ولو أننا بدأنا العد من السنة ١، فإن القاعدة المعقولة تقضى بأن نضعها فى زمن ماض بعيد إلى درجة لا يحتمل أبدا معها أن تواتينا فرصة القلق على سنين سبقتها. وكى نرى مثالا لهذا ، فلنعدْ إلى الأزمنة القديمة .

فى أحدث شق من الأزمنة القديمة ، كانت شواطىء البحر المتوسط (أوروبا الجنوبية ، وأقصى غرب آسيا ، وأفريقيا الشمالية) تحت سيطرة الإمبراطورية الرومانية التى كانت عاصمة الحكم فيها روما ، فى إيطاليا. وقد خُلع آخر إمبراطور رومانى فى إيطاليا سنة ٤٧٦ ، وتلك السنة تعتبر أحيانا نهاية الأزمنة القديمة وبداية العصور الوسطى.

كان ماركوس تِرِنْتيوس ڤـارّو رومانيًا يعيش قبل قيام الإمبراطورية الرومانية ، وقت أن كانت روما لا تزال تحت حكم قناصلة منتخبين ومجلس شيوخ ، فكانت تسمى " الجمهورية الرومانية " .

استقر فارّو على أن من المعقول أن يبدأ ترقيم السنين من سنة تأسيس مدينة روما، وعلى أنه إذ كان من النادر أن تسنح للرومان فرصة التحدث عن أحداث سابقة علي ذلك التأسيس ، فإنهم - باستخدامهم هذا النظام - سوف يتعاملون دائما مع أرقام موجبة ، ولن يضطروا تقريبا إلى مواجهة مشكلة ترقيم سنين سابقة على السنة ١.

درس ڤارّو كتب تاريخ روما الموجودة آنذاك ، وحسب السنة التى لابد أن تكون مدينة روما قد تأسست فيها ، وعدّ قوائم القناصل الذين قيل إنهم حكموا المدينة، وعدد السنين التى حكم فيها كل واحد من الملوك الأسطوريين روما فى مستهل تاريخها الباكر . وخلص فى النهاية إلى تحديد سنة لتأسيسها وأسماها ١ ، ثم رقم كل السنين التالية لتلك السنة . ويطلق على هذا النسق لعدّ السنين « الحقبة الرومانية» أو « حقبة ڤارّو » .

وعندما كان كتّاب روما يرقّمون السنين علي هذا النحو ، كانوا يضيفون عادة الحروف الأولى .A.U.C وتعنى باللاتينية Anno Urbis Conditae أى « سنة تأسيس

المدينة » . وبناء عليه وُلِد فارّو سنة 637 A.U.C. وتوفى سنة 726 A.U.C. فى سنّ التاسعة والثمانين . أما شارلمانْى فقد تم تتويجه سنة 1553 A.U.C. أى سنة ١٥٥٣ بعد سنة تأسيس المدينة (س . ت . م) .

غير أنه كان فى العصور المسيحية قوم لا يرون أن تأسيس مدينة روما (التى ظلت وثنية فى الألف سنة الأولى من وجودها) هو النقطة الملائمة لبدء احتساب السنين ، بل رأوا أن مولد المسيح (عيسى) هو الحدث المركزى فى التاريخ ، وأن سنة مولده ينبغى أن تكون النقطة المرجعية فى الترقيم .

لكن المشكلة كانت أن سنة ميلاد المسيح لم تكن معروفة على وجه اليقين . والكتاب المقدس " التوراة " لا يورد السنين وفقا للحقبة الرومانية ، غير أنه يعطى بعض الإرشادات ، ونحو سنة ٥٢٥ حاول راهب يدعى ديونيزيوس إجزيجووس أن يحسب سنة مولد المسيح .

من ذلك أن إنجيل لوقا يقول : إن ميلاد المسيح حدث فى الوقت الذى أمر فيه الإمبراطور " أوغسطس قيصر بأن يُكتتب كل المسكونة " [١] ، ويمضى قائلا : « وهذا الاكتتاب الأول جرى و قت أن كان كويرينيوس والى سورية » . والواقع أن كويرينيوس كان القائم بالشئون العسكرية لروما فى سوريا ويهودا [٢] فى فترتين مختلفتين من حكم أوغسطس . فقد حكم أوغسطس فى السنوات ٧٢٦ – ٧٦٧ من الحقبة الرومانية وشغل كويرينيوس منصبه فى السنوات ٧٤٧ – ٧٤٩ (س . ت . م) ثم مرة أخرى فى السنوات ٧٥٩ – ٧٦٢ (س . ت . م) . وجاء فى إنجيل متى أن هيرودس كان حاكم يهودا (من طرف روما طبعا) فى زمن ولادة المسيح ، وحكم من ٧١٦ إلى ٧٤٩ س . ت . م . وكانت السنوات الوحيدة التى شهدت ثلاثتهم معا فى السلطة هى السنوات ٧٤٧ – ٧٤٩ س . ت . م ، ويلزم من هذا أن المسيح ولد حتما فى تلك الفترة كى تستقيم روايات الكتاب المقدس .

غير أن ديو نيزيوس إجزيجووس توصل فى النهاية إلى رقم ٧٥٣ س . ت . م بوصفه سنة ميلاد المسيح ، وحاز هذا التاريخ قبول العالم المسيحى . ولم يتبين أحد أنه

---

(١) المقصود بذلك باللغة المحررة بها الترجمة العربية للإنجيل ، تسجيل أسماء سكان الإمبراطورية ، أى إجراء تعداد لهم (م) .

(٢) الجزء الجنوبى من فلسطين (م) .

أخطأ بفارق أربع سنوات على الأقل ، إلا بعد أن استخدم عديد من الناس النسق الذى وضعه وظلوا يستخدمونه حتى تعذر تغييره .

فإذا افترضنا أن المسيح ولد فى ٢٥ ديسمبر ٧٥٣ س . ت . م ، فإن سنة ٧٥٤ س . ت . م . هى السنة ١ ، و ٧٥٥ س . ت . م . هى السنة ٢ وهلم جـرا ، وسنصل فى النهاية إلى ١٧٧٦ (٢٥٢٩ س . ت . م . = ١٧٧٦ + ٧٥٣) بوصفها سنة " إعلان الاستقلال " [١] . ولكى نوضح أننا نحسب السنين من تاريخ مولد المسيح ، فإننا نقول ١٧٧٦ م . أى ميلادية بمعنى منذ ميلاد المسيح .

ويمكن تسمية النظام آنف الذكر " الحقبة المسيحية " أو " الحقبة الديونيزية " . ويفضل البعض من غير المسيحيين تسميتها " الحقبة العامة " ، واستخدام الحرفين الأولين المناسبين ، فيكتبون ١٧٧٦ حـ . ع . ومع ذلك ، فواقع الأمر أن النظام عمّ ومن ثمّ غدا مسلّما به إلى درجة أن المرء لا يكاد يرى حروفا أولى مستخدمة معه ، سنة ١٧٧٦ م . هى سنة ١٧٧٦ فحسب .

والواقع أن التأريخ بالحقبة المسيحية يشوبه عيب جسيم ، إذ إن السنة ١ متأخرة فى التاريخ إلى درجة غير مريحة . فيوليوس قيصر وكل ما قبله يسبق السنة ١ ، ولابد من الشروع فى العدّ القهقرى . فمثلا ، بما أن يوليوس قيصر اغتيل ٤٤ سنة قبل السنة ١ م ، فإنه يكون قد اغتيل سنة ٤٤ ق . م . أما تأسيس مدينة روما ، فإنه حدث ٧٥٣ سنة قبل الميلاد أى سنة ٧٥٣ ق . م . (وغير المسيحيين الذى لا يريدون استدعاء ذكرى المسيح يستخدمون الحروف الأولى ق . ح . ع . التى تعنى **قبل الحقبة العامة**).

ولهذا النظام عيب صغير لكنه مزعج ، وهو أنه لم يأخذ فى الحسبان وجود سنة صفر تفصل ما بين قبل الميلاد وبعد الميلاد . ولو أنه وجدت سنة صفر لامتدّ العقد الأول من السنة صفر إلى السنة ٩ الميلادية مع دخول الغاية ، ولبدأت السنة ١٠ م . عقدا جديدا . ولبدأ عندئذ كل عقد فى ١ يناير من سنة ينتهى رقمها بصفر ، وكل قرن فى أول يناير من سنةٍ ينتهى رقمها بصفرين (٠٠) ، وكل ألفية بسنة ينتهى رقمها بثلاثة أصفار (٠٠٠) .

بيد أنه نظرا لعدم وجود السنة صفر (٠) فإن العقـد الأول هو المدة من السنة ١ م . إلى السنة ١٠ م . مع دخول الغاية ، والسنة ١١ م هى التى تفتتح العقد الثانى .

(١) يقصد إعلان استقلال الولايات المتحدة الأمريكية (م) .

وكل العقود والقرون والألفيات تبدأ فى ١ يناير من سنوات ينتهى شكل كتاباتها بالأرقام ١ ، ٠١ ، ٠٠١ على التوالى .

ومن ثم ، فى الظروف الراهنة ، تكون السنة ٢٠٠٠ م آخر سنة فى الألفية الثانية ، وتبدأ الألفية الثالثة فى ١ يناير ٢٠٠١ . ومع ذلك فالمتوقع يقينا أن العالم بأسره سيحتفل ببدء ألفية ثالثة يوم ١ يناير ٢٠٠٠ ، ولن يسعف أى قدر من الإيضاح فى بيان أن الاحتفال سيكون سابقا لموعده بسنة واحدة .

ثم إنه ، بما أن المسيح لا يمكن أن يكون قد ولد بعد سنة ٧٤٩ س . ت . م . إذا صح ما جاء فى انجيلى متى ولوقا ، فلا يمكن أن يكون قد ولد بعد سنة ٤ ق . م ، أى أربع سنوات قبل ميلاده الفعلى . بل إنك ستجد فى طبعات كثيرة من الكتاب المقدس أن سنة ميلاد المسيح هى سنة ٤ ق . م . وهذا سوف يثير الضحك بالتأكيد ، إن كان من المسموح به الضحك فى مثل هذه الأمور .

ومن الممكن أن نجد كتب التاريخ المدونة فى فترة السيطرة الرومانية تنقلنا إلى الوراء فى غياهب الأزمنة القديمة . وبطبيعة الحال كان كل شىء مكتوبا بخط اليد ، لذا لم يتوافر سوى عدد قليل من النسخ من كل كتاب ومن الممكن أن تكون قد فقدت برمتها . ورغم ذلك فإن ما تبقى يعود بنا ، بقدر كبير من الموثوقية ، إلى سنة ٣٩٠ ق . م (٣٦٣ س . ت . م) ، وفى ذلك التاريخ استولى عصبة من الغال (برابرة من الكلت غزوا إيطاليا آنذاك) على روما ، وأعملوا فيها السلب والنهب ، وكانت فى ذلك الوقت مدينة صغيرة على رأس اتحاد كونفدرالى من مدن مجاورة أصغر منها .

وقد دمرت هذه الغزوة البربرية كثيرا جدا من سجلات روما ، ومن ثم فالإشارات إلى أحداث سابقة فى التاريخ الرومانى قد يكون بعضها مشوها وبعضها أسطوريا وخياليا تمامًا . (ولا عجب فى هذا . فثمة أحداث فى التاريخ الأمريكى المبكر يصدّقها كل تلميذ ، وكل بالغ تقريبا ، وهى على الأرجح محض خيال . ومن المؤكد أن قصة چورج واشنطون وشجرة الكرز [١] قصة خيالية ومن المحتمل جدا أن تكون كذلك قصة إنقاذ چون سميث على يد پوكاهونتاس [٢] Pocahontas) .

(١) تقول الحكاية : إن واشنطون فى سن السادسة استخدم بلطة مهداة إليه فى إتلاف شجرة كرز يعتز بها والده . ولما سأله هذا الأخير عن الفاعل اعترف له بشجاعة بما حدث . (م) .

(٢) طبقا لقصة شائعة فى التاريخ الأمريكى ، وقع القائد چون سميث (١٥٨٠ – ١٦٣١) فى كمين نصبه الهنود الحمر . وكان على وشك أن يعدم لولا أن حالت پوكاهونتاس ، ابنة زعيم الهنود ، بينه وبين جلاديه ، وكان عمرها ١٣ سنة . (م) .

ومتى أُخذ هذا فى الاعتبار ، فإن سنة ٥٠٩ ق . م (٢٤٤ س ت م) تكون هى التاريخ المصطلح عليه لتأسيس الجمهورية الرومانية (جمهورية روما) . وقد انتهى حكم سلسلة الملوك السبعة الذين تعاقبوا على روما فى القرنين والنصف الأولين من وجودها ، عندما أطيح بالملك السابع لوسيوس تاركوينيوس سوبريوس ، ونُفى. وبطبيعة الحال تعتبر سنة ٧٥٣ ق . م . (ا س . ت . م) التاريخ المصطلح عليه لتأسيس روما لكن هل التاريخ يمتد إلى ماقبل تأسيس روما؟

ثمة مُدن شتى كثيرا ما يجرى العرف على تحديد تواريخ معينة لتأسيسها ، لكنْ هناك احتمال كبير لأن تكون تلك التواريخ أكثر إيغالا فى القدم مما هو واقع فعلا ، والسبب ببساطة هو رغبة المدن فى أن تبدو أعرق وأقدم من حقيقتها . إنها مسألة هيبة ، ومن المحتمل جدا أن يكون الأمر كذلك بالنسبة لروما ذاتها .

فعلى سبيل المثال ، كانت مدينة قرطاج ، المنافسة الكبرى لروما فى القرن الثالث ق . م ، تذكر أن التاريخ التقليدى المتعارف عليه لتأسيسها هو سنة ٨١٤ ق . م ، وهذا يجعلها أقدم من روما بواحدة وستين سنة . فهل هذا صحيح ؟ من يدرى ، إذ كانت كلتاهما تترك باب الحقيقة مواربا طالما أنه لم ينهض دليل ينقض ادعاءها .

غير أن الإغريق القدامى كانوا مزدهرين بينما كانت روما لا تزال مدينة غير ذات شأن ، وبوسعنا أن نفترض أن من الممكن مع الموثوقية إرجاع تاريخ الإغريق إلى تاريخ سابق بفارق يزيد كثيرا عما يمكن به الرجوع بتاريخ روما إلى الوراء .

لم يكن الإغريق شعبا موحدا بل عبارة عن عشرات وعشرات من المدن – الدول المستقلة المنتشرة على شواطىء وجزر البحرين المتوسط والأسود . وكان لكل مدينة – دولة عاداتها وأساطيرها وطرائق معيشتها . وقد أسهمت كلها فى إنتاج الحضارة الإغريقية العجيبة فى تنوعها، والتى يعتقد البعض أنها ربما كانت (رغم مثالبها) الأشد سحرا من بين الحضارات التى عرفها العالم .

كانت هناك ثلاثة أشياء مشتركة بين المدن الإغريقية ، وهى : اللغة الإغريقية، وملاحم هوميروس الشعرية ، والألعاب الأولمبية . وكانت الألعاب الأولمبية تتكرر كل أربع سنوات ، وكانت تعتبر مهمة إلى درجة أن الحروب ذاتها كانت تتوقف فى زمن الألعاب ليتسنى إجراؤها فى سلام . (أما فى أيامنا هذه فالألعاب الأولمبية هى التى تتوقف فى حالة قيام حرب عامة ، كى تأخذ الحرب مجراها دونما إزعاج – وهذا مجرد جانب واحد يجعل حضارتنا أقل جاذبية من الحضارة الإغريقية القديمة .)

وانتهى الأمر باتخاذ الألعاب الأولمبية وسيلة لعدّ السنين . فكانت السنون تعد بمجموعات من أربع تسمىَ أولمبياد (دورة الألعاب الأولمبية – م)، وتكون كل سنة هى الأولى أو الثانية أو الثالثة أو الرابعة من دورة أولمبية (أولمبياد) بعينها .

وعندما يتصدى كتاب مختلفون للكتابة عن حدث معين ويستخدمون طرق تزمين مختلفة ، فبوسعك أن تقارن مابين الطرق المختلفة . ومثال ذلك أنه إذا كان يوليوس قيصر قد اغتيل فى سنة ٧٠٩ س . ت . م . طبقا لكاتب رومانى ، وفى السنة الأولى من الدورة ١٨٣ للألعاب الأولمبية طبقا لكاتب إغريقى ، فبوسعك أن تبتكر صيغة لتحويل أى تاريخ رومانى إلى تاريخ إغريقى والعكس بالعكس .

و تعتبر التواريخ التى وضعها الأغريق دقيقة تماما إذا كانت لا تعود إلى ما قبل سنة ٦٠٠ ق . م . (١٥٣ س . ت . م) . هكذا رُسِّم صولون أرخونا (حاكما) لمدينة أثينا وشرع فى إصلاح نظامها القانونى سنة ٥٩٤ ق . م .

لقد اقتبس الإغريق نحو سنة ٧٥٠ ق . م . طريقة للكتابة من الفنيقيين ؛ أما قبل ذلك فكانت الأخبار تتناقل مشافهة ليس إلا . وبينما كان الأغارقة اللاحقون يصوغون التاريخ قدر استطاعتهم ، فإنهم حددوا تاريخ السنة الأولى من الدورة الأولمبية الأولى بأنه سنة ٧٧٦ ق . م (ثلاثا وعشرين سنة قبل تأسيس روما) .

وربما وقفت حرب طروادة ، موضوع " إلياذة هوميرس " ، نحو سنة ١٢٠٠ ق . م ، ولكن ذلك التاريخ المشكوك فيه ، هو أبعد ما يمكننا الذهاب إليه فى تاريخ الإغريق القديم . **غير أنه كانت هناك حضارات تعرف القراءة والكتابة قبل حضارة الإغريق . ذلك أنه ، بما أن الإغريق حصلوا على طريقة الكتابة من الفينيقيين ، وكانوا يوقرون الثقافتين المصرية والبابلية ، فلابد أن تلك الحضارات الثلاث كانت تعرف القراءة والكتابة قبل أن يعرفها الإغريق .**

وإلى جانب التاريخ الإغريقى والتاريخ الرومانى ، كان المصدر الوحيد المعروف للتاريخ القديم هو التوراة ، وذلك يومئ بدوره إلى أن التاريخين المصرى والبابلى أقدم كثيرا من زمن الإغريق .

وكانت هنالك أيضًا مخلفات مكتوبة من ذينك التاريخين . كانت هناك نقوش مصرية على المنشآت والآثار القديمة الموجودة آنذاك فى ذلك البلد . وبالإضافة إلى ذلك ، وجدت فى بابل نقوش محفورة فى صلصال محروق . فأطلق على الكتابة المصرية

" الهيروغليفية " (من كلمات إغريقية تعنى « المنحوتات المقدسة » ، لأنها كثيرا ما كان يعثر عليها فى المعابد القديمة) . وسميت الكتابة البابلية " مسمارية " (من كلمات لاتينية تعنى على شكل مسمارى ، لأن المُلمول الذى يحفر العلامات كان يُمْسَك بطريقة تترك شكل المسمار فى الصلصال الطرى) .

ولاشك أن النقوش الهيروغليفية والنقوش المسمارية كان من الممكن أن تحكى لنا الكثير عن التاريخ ما قبل الإغريقى ، لكن المشكلة هى أنه بينما كانت اللاتينية والإغريقية معروفتين للعلماء ، فإن الهيروغليفية والمسمارية كانتا مستغلقتين أول الأمر ، ولا يفهم العالم منهما شيئا .

وجاءت نقطة التحول سنة ١٧٩٨ ، عندما قام الجنرال الفرنسى " **نابليون بونابرت** " (١٧٦٩ - ١٨٢١) ، فى واحدة من أمضى لحظات الطيش التى اعترته ، بقيادة حملة إلى مصر فى مواجهة أسطول بريطانى متفوق . فنجح فى نقل جيشه إلى مصر ، ونجح فى النهاية فى أن يعود هو نفسه إلى فرنسا ، لكن معظم أفراد جيشه ظلوا فى مصر إما موتى وإما أسرى لبريطانيا .

غير أنه بينما كان جيشه هناك ، عثر أحد مهندسيه واسمه " **بوشار** " (أو ربما بوسار - ولا يُعرف أى شىء آخر عنه) على قطعة من البازلت الأسود طولها ٤٥ بوصة وعرضها ٢٨,٥ بوصة ، وزواياها مكسورة ، وجدها قرب مدينة رشيد المصرية على بعد ثلاثين ميلا من الإسكندرية ، لهذا عرفت - هذه القطعة - باسم "**حجر رشيد**" .

وكان على الحجر نقش لا يوحى بشىء على الإطلاق ، تاريخه ١٩٦ ق . م ، وهى السنة التاسعة لحكم الملك المصرى **بطليموس الخامس** (٢١٠ - ١٨١ ق . م) ، ويشكره على العون المقدم منه إلى المعابد والشعب . كان نموذجا للتزلّف لحاكم لضمان اعتدال مزاجه واستدراره مزيدا من المال .

بيد أن الشىء المهم كان تكرار النقش ثلاث مرات ، مرة بالإغريقية ، ومرة بالهيروغليفية المصرية ، ومرة باللغة الديموطيقية المصرية ، وهى شكل مبسط من الهيروغليفية ، فافتُرض أن كل شكل مختلف من الكتابة يورد الرسالة نفسها كى يتسنى لكل سكان مصر أن يفهموها . وبما أن الرسالة الإغريقية كانت واضحة تماما لأى عالم يعرف الإغريقية ، فإن المشكلة كانت اكتشاف العلامة أو العلامات المصرية المقابلة لكل كلمة من الكلمات الإغريقية . وباختصار ، كان " حجر رشيد " نوعا من القاموس الإغريقى - المصرى ، ومن ثم غدا فك رموز الهيروغليفية ممكنا فى النهاية .

(والواقع أن « حجر رشيد » دخل اللغة الإنجليزية كتعبير مجازى عن أى مفتاح لفهم ظاهرة معقدة ظلت تثير الحيرة تماما) .

لقد غدا فك رموز اللغة المصرية ممكنا ، لكنه لم يكن أمرا سهلا . فقد استغرق إنجازه سنين عديدة . لقد وقع " حجر رشيد " فى أيد بريطانية بعد أن أُجبر الفرنسيون الموجودون فى مصر على الاستسلام ، وأودع فى المتحف البريطانى . وهناك درسه وعكف عليه علماء من جميع البلاد.

وفى ١٨٠٢، خطرت للعالم السويدى " يوهان داڤيد **أكربلاد** " فكرة لامعة ، هى اللجوء إلى المصريين أنفسهم . فى سنة ٦٤٠ دخلت الجيوش الإسلامية مصر ، وفيما بعد تحول المصريون شيئا فشيئا من المسيحية إلى الإسلام ، وتخلوا عن لغتهم القديمة وتعلموا العربية .

لكن ليسوا جميعا . فقد ظل فى مصر بعض الناس المتمسكين بالمسيحية ويسمون " القبط " (وهو تحريف لكلمة " إيجبت " : مصر) . واللغة القبطية منحدرة من المصرية القديمة . فاستعان أكربلاد بالنقوش الإغريقية وباللغة القبطية ، حتى تمكن من ترجمة بضع جمل من الجزء المكتوب بالديموطيقية من " حجر رشيد " .

وفى سنة ١٨١٤ استأنف العالم الإنجليزى توماس **يانج** (١٧٧٣ - ١٨٢٩) العمل فى الموضوع . فقرر أن بعض الرموز الهيروغليفية فى " حجر رشيد " ، وهى المحاطة بإطار بيضاوى ، كما لو أنها ذات أهمية خاصة ، تمثل على الأرجح اسمى الملك والملكة : بطليموس وكليوباترا . وبناء على افتراض صحة ذلك (وقد كان صحيحا) ، توصل إلى معنى عدد من الرموز الهيروغليفية .

وفى ١٨٢١ تقدم العمل خطوة أخرى على يد عالم اللغة الفرنسى چان فرانسوا **شامپليون** (١٧٩٠ - ١٨٣٢) الذى تبين أولا أن بعض الرموز الهيروغليفية تمثل حروفا ، وبعضها يمثل مقاطع ، وبعضها كلمات . كانت اللغة بالغة التعقيد ، ولكنْ عندما انتهى شامبليون من عمله كان الجزء الأصعب من العمل قد أنجز . واستكمل علماء لاحقون بعض التفاصيل الأخرى فانفتح أمامهم عالم النقوش المصرية على مصراعيه .

وأتاحت ضربة حظ مماثلة فك رموز الكتابة المسمارية أمام العلماء العصريين . كان الملك **دارا الأول** (٥٥٨ - ٤٨٦ ق . م) قد اعتلى العرش بوسائل مريبة. ولاستمالة

الرأى العام ، رسم نقوشا على سفح مرتفع بالقرب من مدينة بهشتون التى صارت أطلالا ، وموقعها فى غرب إيران الحالية. وذكرت النقوش بالتفصيل طريقة صعود دارا على العرش (طبقا لروايته للأحداث) . وكان النقش فى أعلى سفح مرتفع صخرى شاهق ، بحيث يمكن رؤيته ولكن دون محْوه . بل إنه تكرر فى ثلاث لغات مُدونة بالطريقة المسمارية - وهى الفارسية القديمة والأشورية والعيلامية - حتى يفهمها أكبر عدد ممكن من سكان الإمبراطورية متعددة اللغات .

كان من الممكن فهم الفارسية القديمة بالاستعانة بالفارسية الحديثة ، واستنادا إليها كنقطة انطلاق ، أمكن ترجمة الأشورية والعيلامية.

وتولى فك الرموز عالم الآثار الانجليزى هنرى كريزويك **رولنصون** (١٨١٠-١٨٩٥) . ولكى يقترب من النقوش اضطر إلى أن يتدلّى بحبل ألقى من فوق حافة المرتفع الصخرى ، على ارتفاع ٥٠٠ قدم من الأرض . واستغرق استنساخ الرسالة كاملةً سنواتٍ ، ولكن ما إن حلت سنة ١٨٤٧ حتى عكف على فك رموز اللغات . وفى النهاية فتح هذا العمل الطريق لفهم كل اللغات المسمارية واستطاع العلماء كتابة التاريخ الطويل لبلاد ما بين النهرين ، أى وادى نهرى دجلة والفرات .

ونحن نعلم الآن أن مصر كانت فى أوج قوتها فى عهد **تحتمس الثالث** الذى حكم من ١٥٠٤ إلى ١٤٥٠ ق . م ، أى ثلاثة قرون تقريبا قبل حرب طروادة . وكانت الأهرامات قد بنيت قبل ذلك بألف سنة ، أى نحو سنة ٢٤٠٠ ق . م ، وتوحدت مصر وغدت مملكة قوية على يد **نارمر** ، نحو سنة ٢٨٥٠ ق . م ، والفترة الزمنية ما بين توحيد مصر وحياة الفليسوف الإغريقى **سقراط** (٤٧٠ - ٣٩٩ ق . م) مساوية للفترة ما بين سقراط ووقتنا الحاضر .

أما وادى ما بين النهرين ، فكان قبل الفتح الفارسى تحت حكم الكلدانيين ، وأعظم ملوكهم " نبوخذ نصَّر " الذى حكم من ٦٠٥ إلى ٥٦٢ ق . م . وقبل الكلدانيين كان هناك الأشوريون الذين بلغوا ذروة سطوتهم فى " عهد آسر حدّون " الذى حكم من ٦٨١ إلى ٦٦٩. م . وقبل ذلك بمدة طويلة عاش البابليون وازدهروا فى ظل **حامورابى** الذى دام ملكه من ١٩٥٣ إلى ١٩١٣ ق . م . وكانت أقدم الحضارات الكبرى بالمنطقة حضارة السومريين الذين بلغوا أوجهم فى عهد **سرّجون** الأكادى وامتد ملكه من ٢٣٦٠ إلى ٢٣٠٥ ق . م .

ويبدو ، طبقا لما توصل إليه تفكرينا فى الوقت الحاضر ، أن السومريين هم الذين اخترعوا فن الكتابة نحو سنة ٣١٠٠ ق . م ، وقرب سنة ٣٠٠٠ ق . م . انتشرت الفكرة شرقا إلى عيلام وغربا إلى مصر [١] ، وقرب سنة ٢٢٠٠ ق . م انتقلت إلى كريت ، وقرب ٢٠٠٠ ق . م إلى الهند ، وقرب ١٥٠٠ ق . م إلى الحيثيين . وربما تكون الصين قد اخترعت الكتابة بنفسها ولكن ليس قبل ١٣٠٠ ق . م كذلك اكتشفها شعب المايا فى جنوب المكسيك ولكن بعد ذلك بما لا يقل عن ٢٠٠٠ سنة .

فإذا كانت الكتابة هى المفتاح الذى لا غنى عنه لفتح مغاليق التاريخ ، فبوسعنا أن نقول : إن التاريخ بدأ نحو سنة ٣١٠٠ ق . م . ، أى منذ نحو ٥٠٠٠ سنة . غير أنه بدأ فى منطقة صغيرة قرب مصب نهرى دجلة والفرات فى المنطقة التى يقع بها الآن جنوب العراق . ثم انتقلت ببطء وتكونت لها نوى جديدة بعد ذلك فى الصين ، ثم فى وقت لاحق فى جنوب المكسيك . ولم يغْدُ التاريخ عالميا إلا فى الأزمنة الحديثة .

ومع ذلك علينا أن نتذكر مبدأ التطور . فقبل أن يبدأ استخدام الكتابة ، لابد أنه انقضت قرون نسميها « ما قبل الكتابة » ، كانت تصنع فيها صور وعلامات لتوجيه الفكر الإ نسانى . فمثلا ، قبل زمن كولومبو ، لم يكن الإنكا ، سكان بيرو بمنطقة جبال الأنديز ، يعرفون فن الكتابة ، لكنهم كانوا يستخدمون نظاما متشابكا من الحبال الملونة وبها عُقَد لتسجيل المعلومات الرقمية بأنواعها المختلفة - وواضح أن الكتابة كانت فى طريقها إلى الظهور.

وحتى بدون الكتابة ، كان للإنكا حضارة معقدة التكوين وتسير بدون عقبات. كذلك لابد أن كان للمايا مثلها قبل ظهور الكتابة - وكذلك شأن الصينيين والمصريين والسومريين .

ومن ثم يمكننا أن نسأل ، متى بدأت الحضارة إذن ؟

(١) تشير أحدث الدراسات والاكتشافات إلى أن الحضارة المصرية أقدم من السومرية ، وأن الهيروغليفية سابقة على الكتابة المسمارية . (م) .

- 3 -

الحضارة

إلى بضعة قرون خلت ، كان المصدر الوحيد الذى يستمد منه العالم المسيحى المعلومات عن الأزمنة الأولى للبشرية هو العهد القديم بالكتاب المقدس . وجزء كبير من ذلك العهد عبارة عن مجموعة وثائق تتناول التفاصيل الطقوسية والأخلاقية المتصلة بعبادة الإله " يهوى " . وبما أن الفريق الرئيسى من المتعبدين كانوا شعب إسرائيل ويهودا ، فإن الكتاب احتوى على أقسام تاريخية تتناول هؤلاء القوم وجيرانهم الأقربين.

والظاهر أن الأقسام التاريخية مستمدة من سجلات الأحداث الدنيوية فى ذلك الزمن ، وإذا كانت مغلفة بالشواغل الدينية لكاتبيها ، فإنها تبدو دقيقة بعد استبعاد المعجزات والمواعظ المملة . بل إن سفر صموئيل وسفر الملوك ، قد يكونان أقدم كتابات تاريخية جيدة بين أيدينا . ومن المؤكد أنها سبقت مصنفات **هيرودوتس** (٤٨٥ - ٤٣٠ ق . م) الإغريقى « أبى التاريخ » بعدة قرون .

والصعوبة الرئيسية فى التعامل مع العهد القديم هو أنه لا يحتوى على تواريخ بالمعنى الحديث - أى لا يعتمد تأريخا واحدا متصلا من البداية إلى النهاية . لكنه يذكر آمادا ومددا - مثل مدة حكم ملك بعينه ، أو عمر شخص عندما رُزق ابنا ، أو عدد السنين الفاصلة بين حدث وآخر . وبالإضافة إلى ذلك ، تصف بعض الفقرات التوراتية أحداثا تناولها مؤرخون آخرون أدرجوا تواريخ فى قوائم تزمين يمكننا ربطها بتأريخاتنا .

وهذا يعنى أنه ، انطلاقا من بعض التواريخ الثابتة ، يمكننا أن نشق بعناية طريقنا إلى الماضى وربما نصل إلى السنة التى وقعت فيها الأحداث التى يبدأ بها العهد القديم . وهناك شخص اضطلع بهذه المهمة فى وقت مبكر نسبيا وهو الأسقف الإنجيلى الإيرلندى المولد ، چيمس **أشر** (١٥٨١- ١٦٥٦) . وكما نقّب ڤارّو عن الأساطير الأولى فى التاريخ الرومانى وأعمل النظر فيها ، وكما نظر ديونيزيوس

إجزيجووس فى المؤشرات التوراتية لمولد المسيح ، كذلك مضى أشر يتحسس طريقه إلى الماضى من خلال القصص الأسطورية التى احتوى عليها سفر " التكوين ". فحسب الأزمنة المحتملة لوقوع جميع الأحداث المذكورة فى " التوراة " والموجودة فى طبعات كثيرة من " توراة [ترجمة] الملك چيمس " (ومنها الطبعة الموجودة بين يدى) .

فأقدم حدث تقريبا مذكور فى " التوراة " ، ويمكن تحديد تاريخ له بقدر معتدل من الثقة ، بناء على اعتبارات تاريخية عامة لا تعتمد على « التوراة » وحدها ، هو اعتلاء **شاؤول** ، أول ملوك إسرائيل ، العرش. والتقدير المعتاد هو أن ذلك حدث فى – أو نحو– سنة ١٢٠٠ ق . م ، بينما كانت مصر وآشور تمران كلتاهما بفترات اضمحلال . ولهذا تمكن خلف شاؤول وهو **داود** (١٠٤٣ – ٩٧٣ ق . م) من تشييد مملكة تضم كل الساحل الشرقى للبحر المتوسط . وبمجرد أن استعادت آشور قوتها انتهت هذه اللحظة القصيرة من السيطرة الإسرائيلية .

غير أن أشر يقول إن سنة تولى شاؤول العرش هى ١٠٩٥ ق . م .

أما قبل شاؤول فكل شىء أسطورى ولا توجد أحداث محددة عليها شواهد من خارج « التوراة » . فمثلا ، كان هناك عصر القضاة ، كما ورد فى سفر القضاة . كانت القبائل الإسرائيلية المختلفة ، متجمعة فى اتحاد فضفاض ، قد استولت على أرض كنعان (التى سماها الإغريق فيما بعد فلسطين ، من اسم الفلسطينيين الذين كانوا يحتلون الساحل الجنوبى الشرقى للبحر) . وكانت القبائل تتحارب ، ومن ثم وقعت بصورة متكررة تحت سيطرة أجنبية تزول بظهور قائد قوى (« قاض ») فى قبيلة أو أخرى .

وتورد « التوراة » طول مدة حكم كل واحد من القضاة ، وانطلاقا من فرض أنهم حكموا الواحد تلو الآخر ، قدّر أشر أن تلك الفترة استمرت ٣٣٠ سنة بدءا من ١٤٢٥ ق . م . ويرى علماء الدراسات التوراتية المحدثون أن القضاة كانوا يحكمون قبائل مستقلة عن بعضها والمرجح أن فترات حكمهم تداخلت فيما بينها . ويقدرون أن عصر القضاة ربما دام ١٨٠ سنة فقط وأنه بدأ نحو سنة ١٢٠٠ ق . م .

ويحدد أشر أن فتح كنعان حدث فى عهد القائد الأسطورى **يشوع بن نون** (يوشع) ، من ١٤٥١ إلى ١٤٢٥ ق . م . والاحتمال الأقوى بكثير أنه وقع فعلا فى الفترة من ١٢٣٠ إلى ١٢٠٠ ق . م ، أى قبيل حرب طروادة .

وعلى كل ، ففيما بين ١٤٥١ و ١٤٢٥ ق . م ، كانت الإمبراطورية المصرية لاتزال فى ذروة قوتها ومتحكمة تماما فى كنعان والمناطق المحيطة بها . وما كان لقبائل من البادية أن تواتيها أى فرصة للاستيلاء على أى شطر من كنعان . بيد أنه فيما بين ١٢٣٠ و ١٢٠٠ ق . م بدأت الإمبراطورية المصرية تتدهور بسرعة ، ومن الممكن حقا أن يكون الفتح قد حدث عندئذ .

ويحدد أشر حدوث " الخروج " من مصر فى ١٤٩١ ق . م ، لكنْ لو أنه حدث بأى حال ، فلابد أن يكون قد حدث نحو سنة ١٢٣٧ ق . م ، فى نهاية مُلك الفرعون رمسيس الثانى عندما أخذت مصر تشهد اضطرابات متزايدة وتوشك أن تبتلى بغزو شعوب البحر الذى كاد يحيلها إلى حالة من الاضطراب الشامل .

وطبقا لرأى أشر وصل الشخص الأسطورى [النبى] " إبراهيم " إلى كنعان فى ٢١٢٦ ق . م . وقد حاول بعض المسيحيين ، قبل أن تعتنق الإمبراطورية الرومانية ديانتهم ، وضع تقويمٍ يظهِر أن تاريخهم أقدم من روما واليونان الشامختين ، لذلك أوجدوا تقويما يسمى " حقبة إبراهيم " محددين بدايتها بسنة ٢٠١٦ ق . م وبذلك حددوا لوجوده زمناً لاحقا بأكثر من قرن للتاريخ الذى قدّره له أشر فيما بعد.

وحدد أشر وقوع الطوفان العالمى فى ٢٣٤٩ ق . م وهو على وجه التقريب الزمن الذى كان الملك سرجون الأكادى يشيد فيه إمبراطوريته (دون أن يلاحظ أى طوفان) وبعد بناء الأهرامات بقليل(دون أن يظهر أثر لأى طوفان عالمى فى السجلات المصرية ، التى استمرت طوال تلك الفترة دون أن يصيبها خدش أو انقطاع) .

فى هذه الحالة ، كان أشر مفرط المحافظة فى تقديراته . فهناك علامات على حدوث فيضان هائل فى وادى نهرى دجلة والفرات (كل شبكات الأنهار عرضة للفيضانات وتشهد بذلك شبكة نهرى ميسورى ومسيسيبى فى بلادنا) ، لكنه حدث نحو سنة ٢٨٠٠ ق . م . كان فيضانا محليا بطبيعة الحال ، قاصرا على الوادى ، لكنه كان كارثة مدمرة لدرجة أن السومريين الذين نجوا منه ارتاعوا لهول الكارثة فى الجزء الوحيد الذى كانوا يعرفونه من العالم ، ومن الممكن جدا – لهذا – أن يكونوا اعتقدوا أنه شمل العالم أجمع وتحدثوا عنه على هذا الأساس .

سدد الطوفان ضربة إلى حضارة تلك الحقبة كان من العسير التغلب عليها. والراجح أنه دمر معظم السجلات ، وتُرك السومريون يخترعون أغرب الأساطير عن

الفترة السابقة على الطوفان - مثل الحديث عن ملوك حكموا عشرات الآلاف من السنين وهلم جرا .

وقد جمعت الأجزاء الأولى من « التوراة » فى زمن سبى اليهود فى بابل (٥٨٦ - ٥٣٩ ق . م) فاقتبسوا الصيغة البابلية للتاريخ العتيق ، بما فيها قصة الطوفان العالمى .

وتتحدث « التوراة » عن الآباء الذين عاشوا قبل الطوفان وامتد عمر كل واحد منهم إلى ما يقرب من ألف سنة ، وهذا نوع من الصدى المتواضع لقوائم ملوك سومر السابقين على الطوفان متضمنة امتداد أعمارهم مددا أطول بكثير من المعهود بعد ذلك. وبالرجوع إلى العمر المنسوب لكل واحد من الآباء عند مولد أكبر أبنائه ، يمكن معرفة التاريخ الذى وجد فيه آدم وحواء وحدث فيه خلق العالم .

حدد علماء اليهود تاريخ الخلق بأنه سنة ٣٧٦٠ ق . م ، ومن ذلك التاريخ يجرى عدّ السنين فى التقويم الدينى اليهودى . وهذا يسمى « الحقبة الدنيوية اليهودية » ودنيوية مشتقة من الكلمة اللاتينية الدالة على « العالم » أو " الدنيا " .

وبعبارة أخرى ، فإن الحقبة الدنيوية تعدّ السنين ابتداء من خلق العالم . وهذا يعنى أنى اكتب هذه الجملة فى سنة ٥٨٤٧ من الحقبة الدنيوية اليهودية (التقويم العالمى اليهودى) .

ويحتسب أشر تاريخ الخلق بأنه ٤٠٠٤ ق . م ، أى ٤٠٠٠ سنة بالضبط قبل ميلاد المسيح . (إنى أشك فى أن تكون هذه مصادفة . فأنا متأكد من أن أشر عدّل بعضا من التواريخ عسيرة الحساب كى يخرج بتلك النتيجة المتمثلة فى رقم دائرى بالضبط) .

ذلك أنه ، حتى القرن التاسع عشر، كان من المسلم به لدى المسيحيين ، بل لدى المؤرخين والعلماء أن سنة ٤٠٠٤ ق . م هى تاريخ نشوء الكون . وإذا قبلنا بهذه " الحقبة الدنيوية المسيحية " ، فإنى أكتب هذه الجملة سنة ٥٩٩٠ ، ولما يبلغ عمر العالم والكون ٦٠٠٠ سنة.

ويوسعنا أن نتساءل عما إذا كان تحديد مثل هذا التاريخ بداية لكل شىء مقنعاً على علاّته . وعلى أى حال ، فالسجل التاريخى الذى بين أيدينا ، حتى بالنسبة للسومريين ، يحشر كل التاريخ المكتوب داخل فترة الـ ٦٠٠٠ سنة . وفضلا عن ذلك ، فإن « التوراة » تتحدث عن كل البشر بوصفهم مكتملى التكوين ، مكتملى النمو ، ومكتملى الذكاء من لحظة الخليقة ومشمولين بالعناية الإلهية كذلك . ومن المؤكد - بناء

الأزمنة التاريخية		
١٩٨٧		اليوم
١٠٠٠	الطباعة بحروف متحركة	
(١م) صفر	مولد المسيح	حجر رشيد
١٠٠٠ ق.م	عصر الحديد	
٣٠٠٠ ق.م	الأهرام	الأهرام
٣٠٠٠ ق.م	عصر البرونز بدء التاريخ / الكتابة	
٤٠٠٠ ق.م	سنة الخلق وفقا لتزمين الأسقف أشر	

العصور الحجرية ما قبل التاريخ		
١٠٠٠٠ ق.م	بدء الحضارة بدء الزراعة	
٢٠٠٠٠ ق.م	إنسان كرو - مانيون	إنسان كرو - مانيون
	الإنسان الحديث — الإنسان العاقل العاقل	إنسان نياندرتال
١٠٠٠٠٠ ق.م	الإنسان العاقل - النياندرتالي	أشباه الإنسان
٣٥٠٠٠٠ ق.م		
١,٥ مليون سنة *	إنسان جاوه / إنسان بكين < الإنسان المنتصب (منتصب القامة)	إنسان جاوه
	نشأة الإنسان الحديث — الإنسان الحاذق	

لا قرد إنه إنسان ولا إنسان		
٢م سنة ٣م سنة ٤م سنة	الإنسان القردي الجنوبي القوي الأفريقي "لوسي" - العفاري	الإنسان القردي الجنوبي

نشأة الإنسان الحديث

اليوم ١٩٨٧

الطباعة بحروف متحركة ١٠٠٠

مولد المسيح (١م.) صفر

١٠٠٠ ق م

عصر الحديد ١٠٠٠ ق م — الأزمنة التاريخية

الأهرام ٢٠٠٠ ق م

عصر البرونز

بدء التاريخ / الكتابة ٣٠٠٠ ق م

سنة الخلق وفقا ٤٠٠٠ ق م

اتزيين الأسقف آشر

العصر الحجرى ما قبل التاريخ ١٠٠٠٠ ق م

بد ء الحضارة

بدء الزراعة

إنسان كرو – مانيون إنسان كرو – مانيون ٣٠٠٠٠ ق م

الإنسان الحديث – الإنسان العاقل العاقل

إنسان نياندرتال

الإنسان العاقل – النياندرتالى ١٠٠٠٠٠ ق م

أشباه الإنسان

٢٥٠٠٠٠٠ ق م

إنسان چاوه الإنسان الواقف ١,٥ م س ق (*)

إنسان چاوه إنسان بكين (منتصب القامة)

نشأة الإنسان الحديث الإنسان الحاذق

٢م س ق

الإنسان القردى الجنوبى القوى ٣م س ق

الأفريقى ٤م س ق

الإنسان القردى الجنوبى لا قرد راق (غير مذنّب) ولا إنسان

" لوسى " – العفارى

(*)م س ق = مليون سنة قبل الآن .

على ما تقدم – أن الأمر لم يستغرق أكثر من ٩٠٠ سنة للانتقال من المنشأ إلى حضارة سومرية متقدمة قادرة على اختراع الكتابة.

وبالطبع كانت الشعوب المتحضرة محوطة دائما بـ " برابرة " غير متحضرين بعد وحتى فى القرن التاسع عشر ، عثر الأوروبيون على أقوام بدائية لاتعرف الكتابة ، فى أنحاء شتى من العالم . مع ذلك لم يكن هذا بالضرورة ليهدم فكرة وجود عالم عمره ٦٠٠٠ سنة . فربما كانت بعض قطاعات من السكان « دونية » المستوى ؛ وربما « تفسخت » عما كانت عليه فى ماض أكثر تحضرًا .

كان الأوروبيون على استعداد تام لقبول فكرة دونية وتفسخ الشعوب الأخرى ، لكنّ هذا خطأ تماما . لقد كانت هناك شعوب كثيرة متحضرة بينما كان أسلاف الأوروبيين برابرة ، وأولئك المفترض أنهم برابرة يستطيعون إنجاب أطفال يمكنهم إنجاز أشياء عظيمة إذا تعلموا ، بل إلى حد إحراز جوائز نوبل وغيرها من الجوائز الرفيعة .

فلننظر إذن إلى البشرية دونما حاجة إلى قبول القصّ التوراتى بحذافيره ، ولنحاول الحكم فقط بناء على ما يمكننا ملاحظته واستنتاجه .

إن أبسط أشكال التنظيم لدى الكائنات البشرية هو شكل الجماعات الأسرية التى تعيش على الصيد والجمع ، أى اقتفاء آثار الحيوانات الصغيرة الصالحة للأكل وقتلها ، والتقاط النباتات الصالحة للأكل . ذلك هو نوع الحياة غير المستقرة التى تحياها جميع الحيوانات .

أما الكائنات البشرية ، حتى قبل الأزمنة التاريخية ، فلابد أنها كانت أكثر ذكاء بكثير من الحيوانات الأخرى ، ومن المؤكد أن ذلك ساعدها فى أعمال صيدها والتقاط أرزاقها ، لكنه كان مع ذلك طريقة عيش مزعزعة. ويقدر أحيانا أن الأرض لم تكن تستطيع القيام بأود مايزيد على ٢٠ مليون نسمة يعيشون على الصيد والجمع ليس إلا .

وحتى اليوم هناك أقوام بدائيون يعيشون بهذه الطريقة ، لكن معظم الناس يعيشون الآن بطريقة أكثر تعقيدا. ففى وقت ما فى الماضى، لا بد أن جماعات من الناس تعلموا تحميص الحبوب لجعل سنابلها صالحة للأكل ، ثم تعلموا زرع تلك

الحبوب عن قصد كى يتوافر لديهم زاد من الأغذية فى متناولهم دائما. وتعلّم الناس استئناس الحيوان والاحتفاظ به تحت سيطرتهم وتشجيع توالدها ، بحيث يكون لديهم زاد منتظم من اللحم واللبن والبيض والجلود وغيرها من السلع المفيدة .

وباختصار طوّر الناس الزراعة وتربية الماشية . فأتاح هذا استخلاص قدر أكبر بكثير من مساحة معلومة من الأرض ، وزاد السكان بطبيعة الحال .

والواقع أنه لأول مرة فى التاريخ ، وُجدت إمكانية وجود أغذية تزيد عما هو ضرورى بحيث أصبح بعض الناس غير مضطرين للاشتغال بإنتاج الأغذية وبوسعهم الاضطلاع بأعمال أخرى ، مثل صنع الأدوات أو قصّ الحكايات ، ومبادلة ذلك بالغذاء .

وباختصار ، لم يزدد عدد السكان فحسب بل أضحوا متخصصين .

بيد أنه كان محتما أن يكون لذلك ثمنه . إن الصيادين وجامعى الثمار أحرار فى التحرك والانتشار فى الأرض ، بل يجب عليهم أن يتنقلوا ، لأنهم لو ظلوا فى مكان واحد مدة أطول مما ينبغى ، فإنهم سوف يستهلكون كل الغذاء الذى تستطيع المنطقة أن تجود به .لكنّ الذين يربّون الماشية مربوطون بقطعانهم ولا يمكنهم أن يبعدوا عنها . أما من يزرعون فلا يستطيعون أن يتحركوا على الإطلاق إذ عليهم أن يبقوا على مقربة من محاصيلهم غير القابلة للحركة .

وفضلا عن ذلك ، عليهم أن يحموا مددهم من الغذاء من الصيادين وجامعى الثمار الذين يروق لهم مدّ أيديهم إلى المؤونة غير المعهودة بعد جمعها بفضل العمل الشاق الذى يبذله الرعاة والمزارعون . فالرعاة والمزارعون مضطرون إلى التجمع فى أماكن ثابتة بالقرب من بعضهم البعض كى يتمكنوا من التعاون فى الدفاع عن أنفسهم . عليهم أن يختاروا موقعا جيدا به مورد مياه مضمون ، ويقع على مرتفع ، إن أمكن ، أو خلف جدران ، لتيسير مهمة الدفاع .

وزيادة على ذلك ، فإن أسلوب المعيشة الجديد يستلزم بُعد النظر ، والاستعداد للعمل الشاقّ جدا طوال شهور دون جنى ثماره فى الحال ، بل توقعا لجنى محصول كبير فى نهاية الأمر . كما أنه يتطلب التعاون بين الأفراد والجماعات إذ إنه لا يمكن ، بوجه عام ، ضمان إنتاج المحصول بدون الرى من نهر قريب ، ونظرا لأن الرى لن يتسنى بدون إقامة شبكة من الخنادق والسدود وصيانتها وإصلاحها باستمرار .

ولكفالة هذا التعاون وترتيب اتخاذ القرارات ، يجب أن تختار الجماعات البشرية حكاماً مدنيين وروحيين (والجمع بينهم أحيانا) أو أن يكون لها حكام مفروضون عليها . وعليهم أن ينفقوا على جنود وأن يدفعوا ضرائب . وباختصار فإن مجتمع الزراعة والرعى أكثر تعقيدا بكثير من مجتمع الصيد والجمع .

ومجتمع الزراعة والرعى يكون فى الجملة أكثر أمنا وتنوّعا ، ولكن هناك دائما من يعودون بأنظارهم إلى الماضى نحو ما يتصورونه المثل الأعلى للبساطة متمثلا فى الصيد والجمع . ومن هنا جاءت فكرة « العصور الذهبية » الأسطورية التى يضفيها الناس على الماضى ، وبخاصة قصة آدم وحواء وهما يقطفان الثمر فى جوّ شاعرى بجنة عدن ، إلى أن طردا ليواجها حياة الزراعة والرعى لأنهما عرفا أكثر مما كان ينبغى .

وعلى أى حال ، كانت علامة المجتمع الجديد هى المدينة ، صغيرة وبسيطة جدا فى أول الأمر ، لكنها أخذت تنمو وتزداد تعقيدا مع نمو السكان وتراكم الثروة . إن الكلمة اللاتينية Civis تعنى " المدينة " = City ، وCivitas هو "ساكن المدينة " أو « Citizen » (أى المواطن) . وعندما يتجمع الناس فى مدن ، فإنهم يصبحون Civilized (أى متحضرين ، من الحضر = مدينة) ويمثلون Civilization أى حضارة (أو مدنية ، من مدينة) .

والحضارة لا تستوجب بالضرورة الكتابة، لكنها تجعل الكتابة أمرا لا مفر منه فى النهاية . ومع زيادة تعقد الحضارة يصبح من الضرورى وجود نظام للكتابة ، ولو لمجرد حفظ البيانات الخاصة بإنتاج المحاصيل ، وحساب الضرائب ، وإثبات المتحصلات ، وإرسال وتلقى الرسائل التى تكفل التعاون ، وهلم جرا .

وكل مجتمع ابتكر كتابة كان فى زمانه حضارة ، بل وحضارة متقدمة إلى حدٍ ما . أما مجتمعات الصيد والجمع فإنها أبسط من أن تحتاج إلى كتابة ، والمجتمعات لا تتحمل مشقة ابتكار نظام للكتابة إلا إذا اضطرت إليه .

وما دام الأمر كذلك فعلينا أن نفترض أن السومريين ، عندما اخترعوا الكتابة سنة ٣١٠٠ ق . م ، لابد أن يكونوا قد أخذوا أولا بالزراعة والرعى ، وابتدعوا نظاماً للرى فى وادى دجلة والفرات ، وأنشأوا حكومات تتولى الشؤون المدنية والدينية معا

(كـانت الزراعــة الناجــحــة تتطلب ، فى نظر الزراع الأوائل ، قــدرا كـبـيـرا مــن الاســترضــاء للآلهة ونزواتـهم) ، وجـيـشـا مـدربا ومـزودا بالدروع ، وأسلحـة للحـرب ، وعربـات للنقل ، وهلم جرا .

وكل ذلك يحـتـاج إلى وقت . فلم يـحدث أن اسـتيـقظ أحـد أبناء سـومـر ذات يـوم وقــال لنفسـه : « آه ، لقد خطر لى الآن أن أزرع حـبـوبا لأحصـدها. فلأبدأ فى إنشـاء شبكة رى » .

وبدلا من ذلك ، فـالراجح أن كل شىء يبـدأ بخطوات صـغـيـرة لاتحـصى ، على فتـرات ، بالمحاولة والخطأ . وهـذا يعنى أن التسـعمائة سنة الفاصلة بين تـاريخ الخلق الذى توصل إليه أشر واختراع السومَريين للكتابة ، مدة غير كافية . فنحن لا يمكننا أن نتوقع أن يتسنى فى ٩٠٠ سنة نشوء حضارة معقدة بما فيه الكفاية لإجبار الناس على استخدام نظام للكتابة .

هذا واضح لنا ، إذ إننا نعرف مـدى البطء والقلقلة اللذين تمر بـهمـا أية سيـاسـة تطورية . (فكِّر كم مضى من الوقت على شعب الولايات المتحدة حتى يفعل شيئا لائقا مثل إلغاء الرق ، أو كم يستغرق ، منذئذ ، عمل شىء لائق مثل تجنب الحكم على الناس تبعا للون بشرتهم أو تبعا للكنتهم أو لهجتهم) .

إنى أعتقد أن بطء عمليات التطور الارتقائى كان واضـحـا أيضـا للأقدمين . فكل الأقدمين كانو ا يظنون ، فيما يبدو ، ليس فقط أن البشر من خلق الآلهة ، بل أيضـا أن الآلهة أنعمت عليهم بالحضـارة . وببساطة ، لم يكن يبدو أن ثمة وقتا أو قدرة كافية لدى البشر ، أو هذا وذاك ، للاستغناء عن مساعدة الآلهة.

من ذلك ، فى الأسـاطيـر الإغـريقـيـة ، أن بروميـثـيـوس سـرق النار من الشـمس وأعطاها للبشـر ، وأن الإلهة أثينا كشفت للبشر سر زراعة الزيتون وفن النسْج ؛ وأن الإلهـة دمتـر علمتـهم فن الزراعـة ؛ وأن بوزايدون عـرّفـهم حـصـان القتـال ؛ وأن أبوللو علمهم الفَنون ؛ وهلم جرا .

وفى " التـوراة " ، كان **قابيل** [قـايين فى التـوراة . م] ، ابن آدم البكر ، مزارعـا من أول الأمر ، **وهابيل** ، ابنه الثـانى ، راعيا . فــكـيــف تعلما الــزراعة والــرعى ؟ إن « التـوراة » لا تــقــوال ذلك لكن يبـدو جليـا أن لا مندوحــة عن أن يكون الله هـو الذى علمهما ذلك .

بل حتى اليوم ، فى عصرنا العلمانى ، يبدو من العسير أن يُصدِّق أن الشعوب القديمة أنجزت كل ما فعلته بنفسها . كيف بنى المصريون الأهرام الجبارة وهم لا يكادون يملكون أى تكنولوچيا تذكر ؟ وإذا كنا واسعى المدارك والفطنة إلى درجة عدم القبول بالآلهة أو الشياطين ، فربما نبحث عن مُنَاظِر علمى لهم - مثل الكائنات الذكية الآتية من الفضاء الخارجى . وفى السنين الأخيرة ، جلبت الكتب التى تتحدث عن أمثال « ملاحى الفضاء » الثروة لمؤلفيها ، رغم افتقارها تماما إلى أى مضمون ذى شأن .

ومثل هذه النظريات ، سواء تحدثت عن آلهة أو شياطين أو ملاحى فضاء قدامى ، مُهينة لروح الإنسان التى لاتقهر . فالناس هم الذين أقاموا الحضارة وكل ما أفضت إليه ولا ينبغى حرمانهم من الفضل فى ذلك. والمصريون هم الذين بنوا الأهرام ، وفعلوا ذلك بإنفاق قرون عديدة فى تطوير التقنيات اللازمة لتحقيق الغرض ، وببناء أهرام غاية فى البساطة فى أول الأمر ، ثم أهرام أكثر تطورا ، وهلم جرا . وأخيرا تعلموا كيف يبنون الأهرام كاملة الحجم .

علينا أن نخلص إذن إلى أن الحقبة السابقة على التاريخ من تطور البشرية يجب أن ترتد إلى ما قبل ٤٠٠٤ ق . م ، وربما إلى ما قبلها بكثير . ولكن كيف يمكننا أن نجد ، بدون الكتابة ، إلى أى وقت فى الماضى يمتد ما قبل التاريخ هذا ؟ وكما قلت من قبل ، لا يمكننا بدون الكتابة أن نعرف الكثير عن أحداث بعينها ، لكننَّا نستطيع أن نعرف بعض الحقائق العامة .

إن دراسة الأزمنة ما قبل التاريخية تسمى علم الآثار ، وهى مشتقة من كلمات إغريقية تعنى : « دراسة الأشياء القديمة » .

وقد اهتم الناس دائما بالأشياء المصنوعة فى الماضى بيد الإنسان . ففى بريطانيا العظمى مثلا ، كان الناس مهتمين باكتشاف ودراسة مخلفات العصر الرومانى - مثل رؤوس الحراب القديمة أو العملات المعدنية أو قطع الفخار . وهؤلاء القوم كانوا يُسمَّون هواة جمع العاديات ، وكانت تلك دراسة محترمة ولا ضرر منها .

ثم أصبح هذا العمل أعظم شأنا فى القرن الثامن عشر ، فيما يتصل بالمدينتين الرومانيتين القديمتين پومپيى وهركولانيوم . كانت هاتان المدينتان الواقعتان جنوبى جبل ڤيزوڤيوس مباشرة مزدهرتين فى القرن الأول من الإمبراطورية الرومانية . ولم

يكن لديهما أى إحساس بمصيرهما المحتوم لأن جبل ڤيزوڤيوس لم يكن قد نشط أبداً بقدر ما وعته حينئذ ذاكرة الإنسان . غير أن البراكين المعتقد أنها خامدة يمكن أن تعود إلى الحياة ، وفى ٢٤ أغسطس سنة ٧٩ نشط ڤيزوڤيوس فأطلق زئيرا رهيبا ودفن المدينتين ، إذ غُطيت يومپيى بطبقة سمكها ٢٠ قدما من الرماد والأنقاض وغاصت هركولانيوم إلى عمق أبعد من ذلك .

وفى ١٧٠٩، ثم بصفة دورية بعدها، بدأ الناس يحفرون فى الربوة التى غطت يومپيى ، فاكتشفوا أنواعا شتى من المصنوعات : تماثيل ، أوانى فخارية ، بقايا منازل، أثاث ، نقوش . وباختصار اتضح أن يومپيى مستودع غنى بالمعلومات عن الحياة اليومية فى الإمبراطورية الرومانية لاوجود لها فى الكتب التى سردت تاريخها .

وكانت تلك أول مرة تدرك فيها أوروبا فائدة الحفر فى أنقاض وخرائب الماضى . ولم يبق إلا أن يظهر رجل فى قامة التاجر الألمانى هينريش **شليمان** (١٨٢٢- ١٨٩٠) . فتنته منذ طفولته قصة طروادة كما روتها " الإلياذة " ، فاقتنع اقتناعا راسخا بأن القصة ليست أسطورة ، بل (بعد استبعاد الآلهة) قصة حقيقية. واستحوذت على ذهنه فكرة العثور على آثار المدينة . فعمل بتفانٍ هائل ليغتنى ونجح فى ذلك .

وفى ١٨٦٨ توجه أخيرا إلى الشرق وبدأ بحوثه . وعلى هدى وصف الإلياذة استقر على أن ربوة واقعة فى بلدة هيسارليك فى شمال غرب تركيا هى على الأرجح موقع " طروادة " ، وكان محقا فى هذا على ما يبدو . فحفر فى الربوة بحماس ولكن بطريقة غير علمية ، كى يصل إلى أدنى المستويات (مدمرا الكثير فى المستويات العليا بدون مقتضى) . واكتشف موقع مدينة حدد أنها طرواده ، كما اكتشف مواقع مدن أخرى أقدم منها .

وتوصل إلى اكتشافات مهمة فى أنقاض موكيناى فى اليونان القارّية [(١)] . وكانت تلك أهم مدينة فى اليونان فى زمن حرب طروادة ، وكانت موطن القائد الإغريقى أجاممنون .

وأثبت شليمان أنه وُجدت فعلا فى بلاد الإغريق حضارة تنتمى إلى عصر البرونز (لم يكن قد انتشر فيها - بعدُ - صهرُ ركاز الحديد) . وكان هوميروس قد وصفها

---

(١) موقعها فى شمال شرقى شبه جزيرة البلوپونيز (م) .

بدقة مدهشة . وهذه الحضارة الهوميرية أقدم من الحقبة المعروفة باليونان الكلاسيكية ، وأفضى هذا فى النهاية إلى اكتشاف حضارة مينوس فى كريت ، التى كانت مزدهرة منذ ٣٠٠٠ ق . م بمبانٍ متطورة بداخلها تركيبات سباكة ، وهو أمر مازال يثير إعجابى .

وتعتبر كريت أول حضارة أنشأت أسطولا (فقد كانت جزيرة ، على أى حال) وبلغ من كفاءة الأسطول فى حماية شواطئها أن عاشت مدنها بدون أسوار وفى سلام . وعندما أصاب حضارة مينوس الدمار كان ذلك إلى حد كبير نتيجة ثوران بركانى فى إحدى جزر بحر إيچه شماليها . وكان الدمار كارثة من جراء تساقط الرماد وانقضاض موجات سنامية (يقال لها : موجات مديّة) على سواحلها .

كان للنتائج التى توصل إليها شليمان وقع هائل على العالم ، ليس فقط بسبب اكتشافاته فى حد ذاتها بل لاتصالها الوثيق بحرب طروادة التى ظلت طوال ٢٥٠٠سنة تشغل بال العالم الغربى بفضل عبقرية هوميروس الفنية الفائقة .

وفى كل مكان بدأ فحص أطلال الآثار القديمة بأساليب أكثر فأكثر تدقيقا ومثابرة واتساما بالطابع العلمى من كل ما قام به شليمان . وتكشفت الحضارة الحيثية فى آسيا الصغرى . فبناء على إشارات فى « التوراة » كان يظن أن الحيثيين شعب صغير جدا فى كنعان ، ولكن اتضح أنهم كانوا ، فى زمانهم ، إمبراطورية جبارة حاربت الإمبراطورية المصرية فى أوج عظمتها حوالى ١٣٥٠ ق . م وكانت نداً لها .

وقرب نهاية القرن التاسع عشر ، كشف لأول مرة النقاب عن تفاصيل خاصة بالحضارة السومرية ، أقدم حضارة على وجه الأرض ، وفيما بين ١٩٢٢ و ١٩٣٤ ، حل عالم الآثار الإنجليزى شارلز ليناردوولى (١٨٨٠ - ١٩٦٠) ألغاز تاريخها كله تقريبا بفضل حفائر أجريت فى موقع مدينة " أور " القديمة (التى هاجر منها " إبراهيم " إلى كنعان ، طبقا للسرد التوراتى) .

ولكن إذا التقطنا من الأنقاض شيئا من صنع الإنسان كم يكون عمر ذلك الشىء إذا لم يكن يحمل أى تاريخ كان ؟

إن أبسط طريقة لتحديد عمر شيء ما هي النظر في موضعه . فالشيء الذي من صنع الإنسان عادة ما يعثر عليه مدفونا على عمق تحت السطح . وبوجه عام يمكننا أن نفترض أن الأشياء التي توجد على العمق ذاته تكون من عمر واحد ، في حين أن الأشياء التي على عمق أكبر من غيرها تكون أقدم عهدا . غير أن هذا ليس مؤكداً بأي حال ، إذ يحدث أحيانا أن تختلط المواقع إما بفعل عوامل طبيعية وإما بسبب تدخلات بشرية .

وهناك طرق أخرى متنوعة لاستبانة العمر النسبي للأشياء ، وفي النهاية ، بعد كثير من التحدي وإعمال الفكر بعناية ، يمكن رصّ المصنوعات البشرية الموجودة في حفرة ما بالترتيب التصاعدي لعمرها بصورة موثوقة إلى حد كبير .

بل أكثر من ذلك ، قد تجد أحيانا شيئا مصنوعا في منطقة بعيدة ضمن أشياء مصنوعة محليا (فرغم كل شيء ، كانت التجارة موجودة حتى في الأزمنة السحيقة) . فبوسعك أن تقارن التواريخ ببعضها ، بمعنى أنه إن كنت تعرف التاريخ النسبي للشيء الأجنبي ، فيمكنك أن تفترض أن الأشياء المحلية من نفس العمر تقريبا . وهذا مفيد بوجه خاص إذا كان الشيء الأجنبي ينتمي إلى حضارة لها كتابة ، في حين أن هذا ليس حال المصنوعات المحلية . عندئذ يمكن أن يكون لديك تاريخ قطعي للشيء الأجنبي وبوسعك تطبيقه على الأشياء المحلية . غير أن التواريخ القطعية المستفادة عن طريق المقارنة لا يمكن أن تعود إلى ما وراء ٣١٠٠ ق . م . فهل يمكن التوصل بطريق ما إلى تواريخ قطعية سابقة على ذلك ؟

قد يفاجئك الرد ، ولكنه: نعم .

ومثال ذلك أن في بعض الحالات يترسب ثفل في البحيرات بصورة دورية. ففي كل شتاء يترسب راسب ناعم قاتم ، وفي الربيع والصيف عند ذوبان الثلج والجليد ينجرف إلى أسفل راسبٌ خفيف أكثر خشونة . ويمكننا دراسة المترسب وعدّ الطبقات، آخذين في الاعتبار أن كل طبقة قاتمة بعض الشيء تمثل سنة واحدة . ومثل هذه الطبقات المتتابعة تسمى **الرقائق الحولية** varves ، من كلمة سويدية تعني " التكرار الدوري "، لأن هذه الظواهر لوحظت أول الأمر في البحيرات الجليدية بالسويد.

وقياسًا على ما تقدم ، يمكن إطلاق كلمة Varve على أي تكوين منظم لطبقات رسوبية – نتيجة للجفاف الدوري أو للتغييرات الدورية في الرياح ، وهلم جرا . وكان

أول من حاول تحديد التواريخ الفعلية بهذه الوسيلة وتأريخ المصنوعات الموجودة فى مثل هذه الترسيبات هو الچيولوچى السويدى جيرارد **دى جير** (١٨٥٨ - ١٩٤٣) . ويمكن الآن العدّ حتى ١٨٠٠٠ سنة مضت بواسطة الرقائق الحولية ، وهذا فى حد ذاته كاف للإجهاز على فكرة الأسقف " أشر " القائلة إن عمر العالم ٦٠٠٠ سنة .

ثم إن عالما فلكيا أمريكيا اسمه أندرو إيليكوت **دجلاس** (١٨٦٧ - ١٩٦٢) ، كان يعمل فى ولاية أريزونا ، بدأ يدرس الخشب . وكانت قطع الخشب القديمة محفوظة بحالة ممتازة فى مناخ أريزونا الجاف ، وانصبت دراسته على حلقات جذع الشجر .

ففى كل صيف عادة ما ينمو الخشب بسرعة إن كان الجو مناسبا طوال السنة ، وينمو ببطء إن لم يكن الجو مناسبا . وهذا النمط من النمو السريع والبطىء ينتج حلقات ، بواقع حلقة واحدة لكل سنة . فإن كان الصيف باردا إلى درجة غير عادية أو جافا إلى درجة غير عادية ، كانت الحلقة الدالة على النمو ضيقة . وفى مقابل ذلك ينتج الصيف الرطب الدافىء حلقة نمو عريضة.

وقد وجد دجلاس فى شجرة حيّة نمطا خاصا من الحلقات ، واسعة وضيقة ، يمكن أن يعود عمرها إلى مائة سنة . (ولا ضرورة لذبح الشجرة من أجل القيام بذلك، فيمكن حفر قناة اسطوانية رقيقة فى الخشب من ظهر الشجرة إلى المركز وإخراجها ودراستها . وسوف تلتئم الشجرة من تلقاء نفسها) .

لنفرض أنك درست قطعة من الخشب توقعت أن تكون جزءًا من شجرة قطعت منذ بضعة عقود . إن نمط حلقاتها سوف يتوافق مع قطعة أقدم عمرا تحمل نمط حلقات الشجرة الحية ، وإذا عَددْت الحلقات رجوعًا إلى الوراء لغاية المكان الذى يبدأ عنده النمط فى التوافق ، فقد يمكنك أن تتبين أن قطعة الخشب آتية من شجرة قطعت منذ مدة قد تصل إلى أربع وثلاثين سنة ، ويمكنك أن تتتبّع النموذج فى ماض أسبق من عمر النموذج الأصلى الذى كنت تتعامل معه .

بل إنه يمكن مضاهاة قطعة أقدم بالنمط الأقدم ، وردّ النمط إلى فترة زمنية أقدم. وفى ١٩٢٠ توصل دجلاس إلى نمط يرجع إلى نحو ١٣٠٠ م . وكان معنى ذلك أننا لسنا بحاجة إلى التأريخ بفعل الإنسان . فإذا ما اكتُشفت قرية هندية قديمة ، سيعطينا الخشب المستخدم فى تشييد بيت ما تاريخ البيت من نمط حلقات الشجرة . وقد أسفرت الجهود اللاحقة عن تتبع نمط حلقات الشجر حتى ٨٠٠٠ سنة خلت .

بيد أن أساليب التأريخ التى من هذا القبيل أقرب إلى التخصص ، ولايمكن تطبيقها دائما . وقد ابتدِع مؤخرا أسلوب أفضل كثيرا .

ففى ١٩٤٠ قام عالم فى الكيمياء الحيوية كندى - أمريكى يدعى مارتن ديفيد **كامن** (ولد ١٩٦٣) بعزل نوع من الكربون يسمى كربون - ١٤ ، والكربون - ١٤ مُشعّ ، ويتحلل ببطء وبانتظام شديد بمعدل يؤدى إلى فناء نصف الكمية فى ٥٧٠٠ سنة . ونصف ما تبقّى يفنى فى ٥٧٠٠ سنة أخرى ، وهلم جرا . وعندما يتحلل الكربون - ١٤ يطلق جسيمات دون ذرية يمكن استبانتها بعناية فائقة بحيث يمكن تتبع معدل التحلل بدقة .

وحتى بهذا المعدل البطىء من التحلل (بطىء بالقياس إلى أعمار البشر) ، أى كمية من الكربون - ١٤ قد تكون وجدت على الأرض عند مجىء الأرض إلى حيز الوجود لابد أن تكون قد زالت منذ وقت طويل . (سنتحدث عن عمر الأرض فى فصل لاحق) . ومع ذلك فالكربون - ١٤ موجود فى الجو الآن ، إذ يتجدد تكوينه باستمرار . ذلك أن الأشعة الكونية الآتية من الفضاء الخارجى تتهشم وتتحول إلى ذرات فى الجو وتنتج قدرا ضئيلا من الكربون - ١٤ . وما ينتج منه يوازن ما يتحلل بحيث يظل المستوى ثابتا .

والنباتات تمتص ثانى أكسيد الكربون من الهواء ، وثانى أكسيد الكربون يحتوى بعضه على ذرات الكربون - ١٤ الذى يغدو جزءا من نسيج النبات . وذرات الكربون -١٤ تلك تتحلل بانتظام ، لكن قدرا من كربون - ١٤ لاينى يدخل الجو . وتوازن الامتصاص و التحلل يترك فى كل النباتات الحية مستوًى ثابتا معينا من الكربون - ١٤ .

وعندما يموت نبات ما ، يستمر الكربون - ١٤ الموجود فى أنسجته فى التحلل ، ولكن لا ينضاف كربون - ١٤ جديد . لهذا السبب يمكننا أن نعرف منذ متى مات منتج نباتى ما بناء على مقدار الكربون - ١٤ المتبقى فيه ، ويمكن تحديد هذا المستوى بقياس مقدار الجسيمات دون الذرية من نوع بعينه والتى تنبعث منه .

وعلى هذا النحو يمكن تحديد عمر الخشب أو المنسوجات أو قطع الفحم النباتى المتخلفة من نيران المخيمات المعيشية أو من أى شىء عضوى . وقد حسّن عالم الكيمياء الأمريكى ويلارد فرانك **ليبى** (١٩٠٨ - ١٩٨٠) هذه التقنية فى ١٩٤٧ ، ومن ذلك التاريخ تتحدد أعمار أشياء مضى عليها لغاية ٤٥٠٠٠ سنة .

وعلى سبيل المثال ، يبدو بفضل استخدام تقنيات التأريخ بواسطة الكربون - ١٤ أن ثمة آثارا للزراعة وللمساكن فى موقع مدينة " أريحا " منذ مدة طويلة ترجع إلى ٩٠٠٠ ق . م - أى مايقرب من ٦٠٠٠ سنة قبل اختراع الكتابة فى أى مكان . وربما توجد أماكن بدأت الزراعة فيها قبل ذلك بألف سنة ، بحيث يمكن القول إن الحضارة عمرها ١٢٠٠٠ سنة أى بالضبط ضعف المدة التى ظن " أشر " أنها عمر الأرض والعالم .

وبطبيعة الحال وجدت كائنات بشرية فى صورة صيادين وجامعى ثمار ، حتى قبل بداية الحضارة ، وكانوا كأفراد على درجة ذكاء الكائنات البشرية المتحضرة اليوم . لذا يمكن أن نتسائل عما إذا كان للكائنات البشرية بداية ، هى الأخرى ، أى بداية أقدم طبعا من بداية الحضارة . ولتبسيط المسألة يمكننا أن نتساءل عن بدايات « كائنات بشرية مثلنا » ، ونشير إلى مثل هذه الكائنات بعبارة **الإنسان الحديث** .

- 4 -

الإنسان الحديث

إن الأدوات التى يكتشفها علماء الآثار مصنوعة من مواد مختلفة. ففى منطقة بعينها ، أيا كانت ، يمكن أن تكون الأدوات حديثة الصنع نسبيا مصنوعة من الحديد . والأدوات الأقدم عهدا تكون غالبا مصنوعة من البرونز ، أما الأدوات الأقدم من هذه وتلك فمصنوعة من الحجر .

ولا غرابة فى ذلك . فالحجر كان دائما فى المتناول ، لكن البرونز كان يتعين صهره من مزيج من ركازى النحاس والقصدير ، وهى تكنولوچيا متقدمة نسبيا استغرق ابتكارها زمنا طويلا . أما الحديد فيجب صهره من ركاز الحديد ، وهو أكثر انتشارا من ركازى النحاس والقصدير ، ولكن هذا الصهر يستلزم حرارة أعلى درجة كما أنه عمل يحتاج إلى قدر أكبر من المهارة التقنية.

فى ١٨٣٤، كان عالم الآثار الدنماركى كريستيان يورجنسين **طومسين** (١٧٨٨ - ١٨٦٥) أول من قسم التاريخ الإنسانى إلى : العصر الحجرى ، والعصر البرونزى ، وعصر الحديد.

و فى مناطق مختلفة نجد هذه العصور موجودة فى أزمنة مختلفة. وهناك بضعة أماكن معزولة مازالت الناس فيها فى العصر الحجرى، لكن معظم الحضارات الآن تعيش فى عصر الحديد، إما لأنهم يصهرون الحديد لأنفسهم وإما لأنهم يستعيرونه من الجيران وإما زودهم به الفاتحون .

وفى غرب آسيا، حيث الحضارة أقدم عهدا منها فى أى مكان آخر، ربما يكون عصر البرونز قد بدأ نحو ٣٠٠٠ ق . م؛ وعصر الحديد نحو ١٢٠٠ ق . م . ومن ثم يقع عصر البرونز وعصر الحديد كلاهما فى الأزمنة التاريخية. أما قبل ٣٠٠٠ ق . م أى فى أزمنة ما قبل التاريخ ، فكل العالم كان فى العصر الحجرى.

غير أنه غدا مسلما به فى نهاية الأمر أن العصر الحجرى لم يكن بأى حال فترة متسقة. لقد حدث تقدم بطىء فى طريقة صنع الأدوات الحجرية، وازداد معدل التقدم ذاته بمضى الوقت. (وهذه خاصية للتكنولوچيا مازالت مستمرة حتى وقتنا الحاضر).

فى بضعة الآلاف الأخيرة من السنين السابقة على ظهور عصر البرونز، كانت الأدوات الحجرية تشكل بالجلخ والصقل، وليس بالثلم. وفى ١٨٦٥ اقترح عالم الآثار البريطانى چون **لُبوك** (١٨٣٤ - ١٩١٣) أن تسمى بضعة الآلاف الأخيرة من سنى العصر الحجرى : العصر الحجرى الجديد، وباللاتينية : العصر النيوليثى [١]. ويكون ذلك هو عصر الأدوات الحجرية المصقولة، على أن يسمى كل ما سبقه العصر الحجرى القديم، وباللاتينية : الپاليوليثى ، ويكون ذلك عصر الأدوات الحجرية المثلومة.

فى بداية الحقب النيوليثى بدأت ممارسة الزراعة وتربية الماشية ، وأخذت المدن تظهر إلى حيز الوجود، وبدأت الحضارة، وحدث أول "انفجار سكانى ". و يشار إلى هذا أحيانا باسم الثورة النيوليثية. وبالتالى، إذا تحدثنا عن الكائنات البشرية بالوضع الذى كانت عليه قبل الثورة النيوليثية وقبل بدء الحضارة ، فإننا نتحدث عن الإنسان الپاليوليثى . فإلى أى مدى يمكننا تعقبه فى الماضى السحيق؟

لابد أن نوضح ، فى البداية ، أن كل البشر على الأرض، مهما بدوا مختلفين فى الظاهر ، متشابهون فى الجوهر. إن البشرية اليوم نوع واحد ويمكن أن يتزاوجوا بمنتهى الحرية. والفوارق فى لون الشعر والبشرة والعيون ترجع إلى حد كبير إلى اختلافات فى كمية من خضاب يسمى " ميلانين "؛ وهذا ليس له أى تأثير على جوهر الطابع الوحدوى للبشرية - ولاتأثير كذلك للفروق فى شكل العينين أو الأنف أو الجمجمة، أو فى ارتفاع القامة.

ومن المسلم به أن كل هذه العوامل ولّدت فروقًا هائلة بين الناس فى مجرى التاريخ وفى ردود الفعل السيكولوچية، لكن ذلك لا يجعلها ذات شأن من الوجهة البيولوجية. والمآسى التى تعتبر نتائج طبيعية للفوارق الملحوظة فى الجماعات البشرية المتنوعة هى تعبير عن اضطرابات نفسية أكثر منها عن أسباب بيولوجية. وعلى كل فإن المآسى ذاتها يمكن أن تنجم عن اختلاف فى الدين، وليس هناك من يستطيع أن يدعى أن ذلك يعتبر اختلافا بيولوجيا.

فسكان أستراليا الأصليون وهنود أمريكا، الذين احتلوا أستراليا والأمريكتين على التوالى قبل مجىء الأوروبيين، ينتمون إلى الإنسان الحديث مثلهم مثل أشد الأوروبيين غطرسة وتكبرًا.

---

(١) neolithic : من ليثوس باللاتينية = حجر . (م)

فى كل من استراليا والأمريكتين، يمكننا أن نعثر فى باطن الأرض على جبّانات وهياكل عظمية لبشر ماتوا قبل وصول الأوروبيين ، بل قبل وصولهم بوقت طويل. وكل العظام البشرية التى عثر عليها فى يوم من الأيام فى أستراليا أو فى الأمريكتين هى عظام الإنسان الحديث . وهى لاتختلف بقدر يذكر فيما بينها أو عنّا . هناك فوارق فردية كالموجودة بين البشر الأحياء (وهى فوارق واضحة بما فيه الكفاية لتمكيننا من أن نميز فورا بين وجه صديق ووجه صديق آخر ، دون أن يوحى ذلك بأن أيهما ليس بشرا من كل الوجوه) . وهناك أيضا اختلافات ترجع إلى الجنس والسنّ ، أو اختلافات جلبتها أمراض تصيب العظام ، مثل التهاب المفاصل أو الكساح. ولكن ليس هناك شىء نسقىّ يطبع أيا من الهياكل العظمية بعلامة تجعل منه نوعا مختلفا عن الإنسان الحديث.

بل أكثر من ذلك، إذا حدد تاريخ لوجود الهياكل العظمية الأمريكية والأسترالية الأقدم عهدا ، بأى وسيلة من الوسائل المتاحة لعلماء الآثار، فإنه يتضح بجلاء أن أيا منها لا ير جع لأكثر من حدٍّ زمنى أقصى. والخلاصة هى أنه فى زمن ما فى الماضى كانت أستراليا والأمريكتان غير مسكونتين على الإطلاق بكائنات بشرية - إلى أن وصل الإنسان الحديث فى لحظة ما من أماكن أخرى ، واستعمر تلك القارات الخالية . (ويصدق هذا على جميع جزر العالم تقريباً) .

ومعظم علماء الآثار مقتنعون بأن كائنات بشرية دخلت أمريكا الشمالية من شمال شرق سيبريا. والمرجح طبعا أن يكون ذلك قد حدث وقت أن كان منسوب مياه البحر أدنى كثيرا مما هو الآن ؛ لأن مقادير هائلة من المياه كانت محتجزة فى القلنسوات الجليدية الضخمة التى كانت تغطى شمال سيبريا وأمريكا الشمالية فى العصر الجليدى. وهبوط منسوب مياه البحر يعنى أنه كان هناك جسر عريض من اليابسة بين سيبريا وألاسكا، استمر على الأقل إلى أن ذابت المثالج .

سارت كائنات بشرية بمحاذاة الطرف الجنوبى للمثالج وعبروا هذا الجسر الأرضى واستقروا فى أمريكا الشمالية، ثم شقوا طريقهم بالتدريج جنوبا صوب أمريكا الوسطى وأمريكا الجنوبية.

وفى نفس الوقت تقريبا، استغلت كائنات بشرية من جنوب شرقى آسيا انخفاض منسوب سطح البحر للعبور من الجزر الإندونيسية الغربية إلى غينيا الجديدة ثم إلى أستراليا وأخيرا إلى تسمانيا. وفى كلتا الحالتين يبدو أن الهجرات بدأت منذ نحو ٢٥٠٠٠ إلى ٣٠٠٠٠ سنة مضت . ولم تصل كائنات بشرية قبل سنة ٨٠٠٠ ق . م تقريبا إلى الطرف الجنوبى لأمريكا الجنوبية ، وربما لم تصل كائنات بشرية لأول مرة إلى نيوزيلندا إلا سنة ١٠٠٠ م.

يمكن أن نخلص إذن إلى أن الإنسان الحديث لابد أن يكون عمره ٣٠٠٠٠ سنة على الأقل ، لأن الكائنات البشرية الأولى التى دخلت أستراليا والأمريكتين كانت بلا شك من نوع الإنسان الحديث .

وقبل ٣٠٠٠٠ سنة خلت ، كانت جميع الكائنات البشرية الحية على وجه الأرض تعيش فى الغالب الأغلب فى أوروبا وآسيا وإفريقيا، أو على بعض الجزر القريبة من سواحل القارات. والسؤال إذن هو : متى جاء الإنسان الحديث إلى حيز الوجود فى هذه الكتلة الأرضية الشاسعة التى يُشار إليها أحيانا بعبارة « العالم القديم» وأحيانا بعبارة « الجزيرة العالمية» .

فى ١٨٦٨ وُجد عدد من الهياكل العظيمة البشرية فى كهف اسمه " كرو - مانيون " ، يبعد نحو خمسة وسبعين ميلا شرقى مدينة بوردو فى فرنسا. وهى تمثل ما يطلق عليه الآن **إنسان كرو-مانيون** . كما اكتشفت بقايا مماثلة يزيد عمرها عن ٣٠٠٠٠ سنة.

ومن العسير جدا اقتفاء أثر الإنسان الحديث فى عهود أقدم، ويبدو أن ظهوره كان مفاجئا إلى حد ما. ولا يمكننا أن نقطع بمتى وأين ظهر الإنسان الحديث أول ماظهر، لكن التقدير المعتاد هو أن الإنسان ظهر منذ نحو ٤٠٠٠٠ سنة خلت .

علينا أن نمضى قدما فى بحثنا، لكن لا داعى للتشبث بعبارة « الإنسان الحديث». فالاسم العلمى المنسوب للإنسان الحديث هو **الإنسان العاقل** (من اللاتينية، **Homo sapiens** وقد يكون فيه قدر من مديح الذات الذى لا مبرر له) . فهل يمكن أن تكون هناك أنواع أقدم من الإنسان العاقل ليست تماما بالإنسان الحديث؟

- 5 -

الإنسان العاقل

لو أنّ رأيَنا استقر على أن الإنسان الحديث ظهر فجأة تماما منذ نحو ٤٠٠٠٠ سنة، فإن ذلك لن يضايق بالضرورة أولئك الذين يفضلون رواية " التوراة ".

فطبقا لسفر التكوين ١: ٢٦ - ٢٧، « قال الله نعملُ الإنسان على صورتنا كشبهنا... فخلق الله الإنسان على صورته. على صورة الله خلقه ..... ».

وفي سفر التكوين ٢: ٧، في رواية ثانية للخلق، تقول التوراة : « وجبل الرب الإلهُ آدمَ ترابا من الأرض. ونفخ في أنفه نسمة حياة . فصار آدم نَفْسا حية ».

و على أي الروايتين، سواء اكتفى الرب بالتعبير عن مشيئته، أو شكّل فعلا كائنا بشريا من الصلصال كما يشكل الخزاف آنية ، ففي لحظة معينة لم يكن ثمة وجود لبشر، وفي اللحظة التالية وجدوا.

ورغم أن الأسقف أشر قدر في حساباته أن الخلق تم في ٤٠٠٤ ق . من ، فإن حساباته ليست ما تقوله " التوراة " " فالتوراة " ذاتها لا تذكر الزمن ؛ إنها لا تقول كم كان طول كل يوم من أيام الخلق، ولا تقول كم كان طول السنين الأولى أو ما إذا كانت هناك فجوات في سجل الأحداث، وإذا كان الإنسان الحديث قد أتى فجأة إلى حيز الوجود منذ ٤٠٠٠٠ سنة، كما يبدو من الشواهد الأثرية، ألا يزال ذلك متوافقا مع السرد التوراتي؟

وعلاوة على ذلك يوجد تفسير بديل، ألا وهو التطور الارتقائي evolution. لقد تطورت التكنولوچيا البشرية والنظام الاجتماعي البشري، ولم يقفزا إلى الوجود مكتملين تمام الاكتمال . أفلا يمكن أن يصدّق هذا أيضا على البشرية ذاتها؟ ألا يحتمل أن الإنسان الحديث لم يظهر فجأة، بل ظهر نتيجة لتراكم تغييرات صغيرة - مرتقيا بهذه الطريقة من كائنات حية لم تكن هي ذاتها الإنسان الحديث تماما؟

قد يبدو هذا إسرافا في القياس. لقد تحدثنا حتى الآن عن الظواهر الميكانيكية والاجتماعية. وأيا كان الشيء الذي تطور، طائرات كانت أو حضارة ، فإنها تطورت

بتوجيه وإرشاد الذهن البشرى. ومن ثم إذا كانت الكائنات البشرية ذاتها قد نشأت وتطورت انطلاقا من شيء أقل تعقيدا وتقدما من كائن بشرى، فما هو الذهن الموجِّه الذى أحدث ذلك التغيير؟

بوسعنا أن نرد : إنه " الله " ! لكن « التوراة » لا تدع مجالا لهذا الرد. فهى ، بدلا من ذلك ، تقول فى سفر التكوين ١ : ١١ « وقال الله لتُنْبِت الأرض عشبًا وبقَلا يُبزِر بزرًا وشجرًا ذا ثمرٍ يعمل ثمرًا كجنسه ... وكان كذلك . » ثم تقول فى سفر التكوين ١ : ٢١، « فخلق الله التنانين العِظامَ وكل ذوات الأنْفُس الحية الدبابة التى فاضت بها المياه كأجناسها وكل طائر ذى جَناح كجنسه ... ». ثم فى سفر التكوين ١ : ٢٤، « وقال الله لتُخرِج الأرض ذَواتِ أنْفُس حية كَجِنسِها. بهائم ودبّابات ووُحوش أرضٍ كأجناسها وكاَن كذلك.».

ويمكن المضى فى المجادلة حول ما إذا كانت كلمة " جنس " Kind الواردة فى " التوراة " تعنى ما يقصده رجل العلم عندما يقول « نوع » ، ولكن لا يمكن المجادلة بأى حال فى أن « التوراة » تقول إن " الأجناس " المتنوعة من الكائنات الحية النباتية والحيوانية خُلقت كأجناس مختلفة . لقد وجدت منفصلة عن بعضها منذ لحظة خلقها ، ويبدو أن لا سبيل إلى تحول أحدها إلى الآخر - كأن يتحول كلب إلى قطة أو زرافة إلى شجرة بلّوط .

بل أكثر من هذا، يبدو أن ما نشاهده يتفق مع هذا التفسير لعبارات التوراة. فالقطط تلد قططا والكلاب تلد كلابا . ولم يحدث أن وضعت الكلاب قطًطا و القطط كلابًا. وفضلا عن ذلك ، إذا نظرنا فى وصف الكتابات القديمة لحيوانات معينة، أو شاهدنا فى أعمال الفن القديم ملامح لتلك الحيوانات ، لاتَّضح أنْ لا جدال فى أن حيواناتنا هى حيواناتهم ، بدون أى تغيير.

ومع ذلك لا ينبغى أن نطرح جانبًا الفكرة غير المعقولة فى الظاهر ،والقائلة بالتطور البيولوچى.

ومن أسباب ذلك أنه يمكن تصنيف الأحياء تصنيفا بسيطا. هناك حيوانات شبيهة بالكلب (الثعالب ، الذئاب، بنات آوى، الكويوت)[1]، وحيوانات شبيهة بالقطّ

(١) ذئاب صغيرة موطنها غرب أمريكا (م) .

(النمور، الأسود، الفهود، الچاجوار) . وهناك حيوانات شبيهة بالماشية (البيزون، الجاموس ، الياك) . وهناك حيوانات شبيهة بالحصان (الحمير ، البغال ، حمر الوحش) . والحيوانات المشابهة للكلب والقط متماثلة فى أنها آكلة لحوم. والحيوانات المشابهة للماشية والمشابهة للحصان متماثلة فى أنها تأكل العشب . وكل الحيوانات التى ذكرتها متماثلة فى أنها مكسوّة بالشعر وتلد أولادها أحياء يتغذون على اللبن.

وهناك الطيور، والزواحف، والسمك، وكل منها مختلف تماما عن الآخرين، لكنها تتشابه فى أن هياكلها العظمية الداخلية ذات تركيب متماثل.

والواقع أنه يمكن ترتيب الحياة فيما يشبه الشجرة : فالجذع المسمى « الحياة » يتفرع إلى نبات وحيوان ، يتفرع كل منهما إلى مجموعات كبيرة تتفرع بدورها إلى مجموعات أصغر ، ثم إلى مجموعات أصغر ، إلى أن نصل فى النهاية إلى عساليج دقيقة تتفرع إلى عُسَيلوجات تمثل كل الأنواع المختلفة من الكائنات الحية. (يوجد على الأقل مليونان من الأنواع المختلفة المعروفة الآن ، معظمها حشرات ، وقد تكون هناك ملايين أخرى لم تكتشف بعد ، معظمها حشرات أيضا).

وقد حاول كثيرون رسم شجرات حياة من هذا القبيل بل إنى حاولتُ فى سنّ العاشرة ، عندما كنت أقرأ فى التاريخ الطبيعى بنهم ، أن أرسم شجرة، وكنت مقتنعا بأنى توصلت إلى فكرة طريفة ، لكْن سرعان ما تركتها عندما أخذتْ تتعقد بشدة حتى استعصى علىَّ التحكم فيها.

وكان أول من وضع تصنيفًا ناجحًا حقا للكائنات الحية هو عالم النبات السويدى كارولوس **لينيوس** (١٧٠٧ – ١٧٧٨) . ففى ١٧٣٥ صنف لينيوس النبات بطريقة منهجية جدا، بأن بدأ بتصنيف الأنواع المتماثلة فى**أجناس** (ومفردها : جنس) ، والأجناس المتماثلة فى رتب ، والرتب المتماثلة فى طوائف ، وهلم جرا . وفى ١٧٥٨ طبق هذا النظام على الحيوانات. بل إنه ابتكر فكرة الإشارة إلى كل شكل مختلف من أشكال الحياة باسم الجنس أو النوع ، وهما التقسيمان الأخيران فى السلسلة. وعلى سبيل المثال ، كان هو أول من صنّف البشرية تحت مسمى الإنسان العاقل **Homo Sapiens**.

وإذْ جاء تصنيف الكائنات الحية مشابها بعض الشىء لشجرة ، فإنه أوحى إلى البعض بأن شجرة الحياة نمت كما تنمو شجرة حقيقية. فربما وجد فى الأصل شكل

واحد بسيط من الحياة انقسم بمضى الوقت إلى طرازين انقسما بعد ذلك ، ثم انقسما حتى انقسما فى النهاية إلى عسيلوجات تمثل النوع الواحد، وكل ذلك تم فى خطوات وئيدة استغرقت وقتا هائلا .

بدا هذا التفكير معقولا: ذلك أنه لو أن الأشكال المختلفة من الحياة خلقت على استقلال (إما كما جاء وصف ذلك فى " التوراة " وإما بأى طريقة أخرى) فسوف يبدو أنه لا يوجد ثمة ارتباط ضرورى فيما بينها. فلماذا ينبغى أن توجد فى مجموعات وفى مجموعات من المجموعات ، وفى مجموعات من المجموعات من المجموعات .. ، وهلم جراً؟ إن الخلق المستقل لا يفعل ذلك ، لكن التطور البيولوچى يفعله.

ومثل هذه الحجة توحى بشىء لكنها ليست قاطعة. وبالفعل لَمْ يقبل لينيوس وبعض من ساروا على دربه - فى توسيع وصقل خطة التصنيف - فكرة التطور البيولوچى.

ويمكننا أن نورد بسهولة ثلاث حجج ضد فكرة التطور البيولوچى. **أولاً**: لو أنها كانت تفسر تنوع الحياة لوجب أن يستمر التطور البيولوچى إلى الآن ، وبوسع أى فرد أن يرى أنه ليس مستمراً . **ثانياً**: إن الله قادر تماما على خلق الحياة فى نظام مترابط من المجموعات ومجموعات المجموعات تحقيقا لمقاصده تعالى . **ثالثاً**: حتى إذا اعتبرنا أن التطور حاصل فلابد أن يكون وراء مثل هذا التطور عقل موجِّه وذلك العقل هو بالضرورة الله ، لكنّ « التوراة » تنكر أن الله استخدم التطور فى خلق الحياة .

وردُّ أنصار فكرة التطور على الحجة الأولى هو أن التطور البيولوچى يسير ببطء شديد إلى درجة أنه لا يمكن رؤيته بالعين المجردة إن جاز القول . قد لا يمكننا رؤية أى شىء فى خلال آلاف السنين التى مرت منذ نشأة الحضارة ، ولكن يمكننا التحدث عن ملايين السنين.

وليست هذه الحجة مقبولة عقلا فى نظر المقتنعين، مع التوراة، بأن عمر الأرض ٦٠٠٠ سنة فقط. ومع ذلك ففى مجرى القرن التاسع عشر ، تعززت الحجج المؤيدة لأن عمر الأرض أطول من ذلك وغدت أكثر إقناعا، كما سنرى فى فصول لاحقة.

أما النقطة الثانية القائلة بأن الله يصنع ما يروق له فإنها لا ترد ، لكنها من نوع الحجج غير المقبولة فى العلم . فكل من تواجهه مشكلة يستطيع أن يهز كتفيه ، ويقول : « إنها مشيئة الله» ، ولو أننا سلمنا بأن ذلك قول سائغ لانتهى العلم، أىُّ علم.

والنقطة الثالثة الخاصة بضرورة وجود عقل موجِّه حجة من العسير الرد عليها. فالذين كانوا يظنون أن التطور البيولوچى يحدث، تعثروا فى الإبانة بدقة عن آلية تجعل ذلك التطور البيولوچى دون الاستعانة بعقل إلهى موجِّه.

وأشهر شكل عُرضت به تلك الحجة، هو التالى: إذا ما وَجدْتَ ساعة فى الصحراء، محكمة الصنع وتعمل بدقة، فلن تَفترض أنها صنعت نفسها بنفسها تلقائيا. سوف تَفترض أن الذى صنعها كائن ذكى، يحتمل أن يكون إنسانا، تركها هناك لسبب ما. ولن يعترض أحد على ذلك.

حسنا، وإذا رأيت الكون وكل شىء فيه أشد تعقيدا من الساعة بما لا يقاس، وتسير الأمور فيه بدقة أعظم بما لا يقاس، ألن تفترض بالمثل أن خالقه كائن ذكى، أذكى بكثير جدا من الإنسان بقدر ما يفوق الكونُ الساعةَ روعةً - أى باختصار: الله؟

إن الذين لم يقبلوا فكرة التطور رأوا فيما تقدم حجة يتعذر الرد عليها على الإطلاق، ومع ذلك جاء الرد عليها. ففى سنة ١٨٥٩، بعد سنين من الدراسة والتفكير، نشر عالم الطبيعيات الإنجليزى تشارلز روبرت**داروين** (١٨٠٩ - ١٨٨٢) كتابا عنوانه « فى أصل الأنواع وتطورها بالانتخاب الطبيعى »[(١)].

والعبارة الأخيرة هى المفتاح. فمع تكاثر الأنواع تطرأ دائما تغييرات صغيرة على الجيل الجديد، تغييرات فى الحجم، فى القوة، فى الشكل، فى السلوك، فى الذكاء، فى قوة التحمل - فى كل واحدة من صفاتها العديدة. إلى هنا يبدو أن كل شىء يتم عشوائيا. غير أن بعض التغييرات أكثر قدرة على جعل النوع يتواءم مع البيئة، وفى الجملة تكون هذه التغييرات أقدر على البقاء ومن ثم يحدث لها « انتخاب » (أو « انتقاء ») تحت تأثير بيئتها الطبيعية. والانتخاب الطبيعى لا يأتى وليد الذكاء، لكن النتائج التى تترتب عليه تكون مطابقة للنتائج التى كانت تترتب لو أن الانتخاب الطبيعى جاء فعلا وليد الذكاء.

(١) هذا عنوان الترجمة العربية الممتازة التى وضعها المفكر الكبير اسماعيل مظهر، منشورات مكتبة النهضة بيروت - بغداد. (م)

وفى القرن والربع المنصرمين منذ نشر ذلك الكتاب ، تحققت فى مجالات عديدة خطوات هائلة من التقدم ساعدت على تمحيص وتعزيز أطروحة داروين . وكانت النتيجة أن علماء البيولوچيا اليوم يقبلون فكرة التطور البيولوچى بوصفه حقيقة واقعة - بل بوصفه الحقيقة المركزية فى البيولوچيا - برغم أنه مازال يدور جدال عنيف حول تفاصيل آليته.

لذلك يجب علينا - فى بحثنا عن أصل الإنسان الحديث - أن نسأل أنفسنا، ليس فقط متى وأين ظهر الإنسان الحديث ، بل من أى كائن حى - لم يكن إنسانا حديثا تمامًا - **نشأ وارتقى** الإنسان الحديث ؟ ومن أجل ذلك لِنَعُدْ إلى الوراء بعض الشىء.

إن تفسير داروين للقوة الدافعة وراء التطور البيولوچى ، لم يكن يستند إلى حجج فلسفية فحسب ، فذلك من شأنه فقط أن يجعلها فكرة معقولة . ولكى تغدو حجة مفحمة تفرض نفسها (**تجبر** الغير على قبولها ولو ضد إرادته) يجب أن يقوم عليها الدليل. ومثل هذا الدليل كان موجودا قبل أن يكتب داروين الكتاب ، وقد اكتُشِف منذ زمن داورين قدر كبير من الأدلة الإضافية المؤيدة لفكرة التطور، فى العديد مِن المجالات . (ومن المؤكد أن هناك من يسمون " الخَلْقِيون " **Creationists** وهم يصرّون ، حتى اليوم ، على ما يقوله سفر التكوين حرفيا ويسوقون الحجج المناهضة لفكرة التطور . غير أن حججهم تفتقر تماما إلى أى مضمون فكرى ، لذا لا داعى لضياع الوقت فى مناقشتها) .

ومن أهم أنواع الأدلة المؤيدة لفكرة التطور (وهو بالتأكيد الدليل الذى يعرفه عامة الناس أكثر من غيره) الحفريات التى اكْتُشِفت. والحفرية مشتقة من كلمة لاتينية معناها « شىء مستخرج من الأرض » . وباتت هذه الكلمة تطبق بصفة خاصة على تلك الأشياء المستخرجة من الأرض والشبيهة بكائنات عضوية حية أو لأجزاء من كائنات عضوية.

وقد استرعت هذه الحفريات الانتباه حتى فى الأزمنة القديمة ، لكن معظم الناس لم يعرفوا ماذا يفعلون بها . فقيل إنها مجرد فلتات أو غرائب من الطبيعة أو أنها جزء من قوة حيوية تجعل حتى الصخور تجاهد لتوليد شىء له مظهر الحياة . وفى أثناء العصور الوسطى ظهرت أفكار مؤداها أن الحفريات محاولة من الشيطان لتقليد عمل الله فى خلق كائنات حية ، لكن الشيطان فشل طبعا فشلا ذريعا . ورأى آخرون أن من

المحتمل أن الله حاول صنع كائنات حية إلى أن تأكد أنه نجح فى ذلك ، وأن الحفريات هى بمثابة نتاج تدربه على المحاولة، لو جاز القول .

وكان **ليوناردو دا فنتشى** أول من قدم تفسيرا معقولا . كان يعتقد أن الحفريات بقايا أشياء كانت فيما مضى كائنات حية حدث بشكل ما أن دُفنت فى الطين ، وحلت مادة صخرية ببطء محل المادة التى كانت تتكون منها أجسامها ، إلى أن أصبحت فى النهاية صورا حجرية طبق الأصل من اللحم والدم الأصليين .

وسار عالم الطبيعيات الانجليزى چون **راى** (١٦٢٧ - ١٧٠٥) خطوة أخرى إلى الأمام . كان يحاول وضع تصنيف للنبات والحيوان (وكان عمله أفضل ما أنجز قبل زمن لينيوس) ، ومن ثم نظر إلى الحفريات من تلك الزاوية . فلاحظ أن الحفريات تشبه الكائنات الحية ، لكن الشبه ليس كاملا . إنها تبدو كما لو أنها تمثل كائنات قريبة من بعض الكائنات الحية لكنها ليست مطابقة لها .

وأبدى فى ١٦٩١ أن الحفريات هى إلى حد كبير بقايا نباتات وحيوانات قديمة ليست شبيهة بتلك التى تعيش فى الوقت الراهن وأنها لم يعد لها وجود اليوم ، لأنها انقرضت .

وكانت فكرة أن شيئًا حيًا يمكن أن ينقرض حجة تنقض فكرة كمال ما خلقه الله ، لذلك لم تلق وجهة نظر " راى " قبولا (وكان هو شديد الاضطراب لكونه أول من قدمها). ومع ذلك فمع العثور على المزيد والمزيد من الحفريات المختلفة ، أخذت وجهة نظر " راى " تبدو ممكنة أكثر فأكثر.

وتجنبا لرؤية أن الحفريات تنم عن أن الأرض وُجدت منذ مدة طويلة، وأن بعض الأنواع انقرضت بينما ازدهرت أنواع أخرى (وكل ذلك قد يبدو معضدا لأفكار التطور) ، قدم عالم الطبيعيات السويسرى " شارل **بونيه** " (١٧٢٠ - ١٧٩٢) فكرة مؤداها أن الحفريات يمكن أن تمثل أشكال الكائنات الحية التى ماتت فى طوفان نوح واندثرت بهذه الطريقة.

وبالفعل قام فى ١٧٧٠ بتعميم هذه الفكرة ، وقال : إن ثمة سلسلة كاملة من الكوارث زالت أثناءها الحياة تماما من على وجه الأرض وبدأت خليقة جديدة . ودلل على رأيه قائلا إن « التوراة » تناولت فقط الأرض بعد الكارثة الأخيرة ، ووصفت كارثة وقعت بعدها (طوفان نوح) ولم تكن كارثة شاملة.

وقد أخذت وجهة النظر هذه المسماة **الكارثية** تطفو موخرا على السطح من جديد، لكن لم يكن مقدرا لها أن تصمد بالشكل الذى عرضها به بونيه. ذلك أنه مع تنامى السجل الأحفورى ، كان لابد من الزعم بوقوع المزيد والمزيد من الكوارث ، وأخذ يتضح بمزيد من الجلاء أنه لم تفلح أى كوارث فى محو الحياة تماما. وأخذت الحفريات تومىء أكثر فأكثر إلى فكرة التطور وليس الكارثة . (وبالمناسبة ، كان بونيه أول من استخدم كلمة تطور evolution فى هذا الصدد) .

وقد برز موضوع الحفريات بشكل ظاهر فى عمل الچيولوچى الانجليزى وليم **سميث** (١٧٦٩ - ١٨٣٩) . كان ذلك وقت أن جرى شق الريف الانجليزى فى مواقع عديدة لإنشاء قنوات . وكان سميث يتولى مسح طرق القنوات ويطوف فى الريف لدراسة القنوات . فأخذ يهتم بطبقات الصخور التى تنكشف بأعمال الحفر . وكانت هذه الطبقات تتمايز أحيانا تمايزا شديدا عن بعضها البعض . وتلك الطبقات كانت تسمى باللاتينية Strata (ومفردها Stratum) ، وهذا هو السبب فى أنها تسمى بهذا الاسم أيضا فى الإنجليزية.

وما أن هلّت سنة ١٧٩٩ حتى بدأ يكتب فى الموضوع ، وبلغ استمرار تحمسه واتساع شموله أن ذاعت شهرته تحت اسم سميث الطبقات Strata Smith. وكانت ملاحظته الأساسية هى أن لكل طبقة نوعا من الحفريات ذات السمات الخاصة بتلك الطبقة والتى لا وجود لها فى طبقات أخرى . وأيا كانت طريقة التواء الطبقات وانثناءاتها - حتى إن توارت إحداها عن الأنظار ثم ظهرت فجأة مرة أخرى بعد أميال - فإن الحفريات التى تحتوى عليها تظل محتفظة بسماتها الخاصة. بل إنه من الممكن التعرف على طبقة بعينها لم نكن لاحظناها من قبل من مجرد ما تحويه من حفريات ، وقد أبدى سميث هذه الفكرة سنة ١٨١٦ .

قال إن من الممكن ترتيب الطبقات فى سلسلة منتظمة، من أقربها للسطح إلى أعمقها. فإذا افترضنا أن كل طبقة تتألف من طين أو راسب ترسّب خارج المياه ، وأن هذا الراسب تحول بفعل الحرارة والضغط إلى صخرة **رسوبية**، فمن المعقول أن نفترض أنه كلما زاد عمق الطبقة كانت أقدم عهداً.

واتضح أيضا أنه كلما زاد عمق الطبقة قلت مشابهة ما بها من حفريات لأشكال الكائنات التى مازالت حية؛ وإذا انتقلنا فى بحثنا من أقدم الطبقات صوب أحدثها، أمكننا أن نرصد أشكالا من الكائنات الحية تتغير ببطء ولكن بالتأكيد فى اتجاه أشكال الكائنات الحية الحديثة. ويكاد ذلك يشبه ملاحظة عملية التطور وهى تجرى أمام أعيننا.

والسجل ليس كاملا بطبيعة الحال . بل إلى اليوم لا تمثل الحفريات المعروفة سوى ٢٠٠٠٠٠ نوع مختلف من أنواع الكائنات الحية ، وهذا القدر لا يمكن أن يعادل أكثر من واحد فى المائة من المجموع . وكان عدد الحفريات المختلفة أقل بكثير فى زمن سميث.

والسبب فى ضآلة البقايا الأحفورية ، هو أنه لكى يتحفَّر شكل من أشكال الكائنات الحية ، يجب أولا أن يُحتبس فى الطين ، وأن يدفن فى ظروف لا يتعفن فيها. ثم يجب أن يُحفظ لفترات طويلة جدا بينما تحل محل الذرات التى يتكون منها ذرات من الصخور، ببطء شديد، بحيث يتحول شكل المادة الحية أو أجزاء منها تحولا بطيئا إلى صخر دون أن تفقد مظهرها الأصلى وهيئتها الأصلية . ويجب بعد ذلك أن يجتاز هذا الشكل ، سليما، صروف التقلبات الجيولوجية ، وذلك مددا طويلة بما يكفى لأن تعثر عليه كائنات بشرية. والأجزاء الصلبة من أشكال الكائنات الحية (الصدف ، العظام ، الأسنان) تتحفَّز بيسر أكبر كثيرا من الأجزاء الرخوة ، ومن ثم يندر العثور على أشكال الكائنات الحية الخالية من الأجزاء الصلبة ، فى شكل أحفورى.

وعلى وجه العموم ، فإن السجل الأحفورى ليس فقط ناقصا بشكل رهيب بل سيظل كذلك للأبد . ومع ذلك فإنه يحتوى على ما يكفى للتدليل بقوة على حقيقة التغير التطورى . ويجب أيضا ألا يغيب عن البال أن النظرة العلمية إلى التطور لا تتوقف على الحفريات وحدها بل تعتمد على الأدلة المستمدة من فروع علمية أخرى ، وكلها تؤكد بقوة ما تنطق به الحفريات.

ولم يكن الصراع من أجل تقبّل فكرة التطور مستميتًا فى أى مجال ، بقدر ما هو كذلك فى حالة تطور الكائنات البشرية . فكأنما الناس على استعداد لقبول فكرة التطور ؛ لو أنه تسنّى بصورة ما استثناء " الإنسان العاقل " وسمحنا لأنفسنا وحدنا أن نقفز جاهزين من ذهن الله.

وقد حرص داروين نفسه فى **أصل الأنواع** على أن يتجنب بعناية أى تفكّر فى تطور الإنسان ، لا لأنه كان يظن أن الكائنات البشرية مستثناة منه ، بل لأنه لم يكن يريد إثارة زوبعة من الجدال . وعلى كل فقد أثار الكتاب الزوبعة بطبيعة الحال ، وفى ١٨٧١ ، عندما أحس داروين أن ليس لديه ما يخسره ، نشر كتابه " انحدار الإنسان " The Descent of Man الذى تناول فيه بجرأة تطور الإنسان .

وكانت العاصفة التى نجمت عن النشر عاتية بطبيعة الحال. فبما أن الحيوان الأدنى مرتبة المزمع استخدامه سلفا للإنسان من وجهة النظر التطورية سوف يشبه قردا بالتأكيد ، فإن السؤال المطروح كان : هل الكائنات البشرية خُلقت فى الأصل فى صورة قردة أو فى صورة ملائكة. وعلى حد قول بنچامين ديزرائيلى [1] (١٨٠٤-١٨٨١) ، وهو سياسى بريطانى كبير آنذاك ، (مبتكراً فى المناسبة تعبيراً جديداً) ، « أنا أقف فى جانب الملائكة » [2].

كان من الممكن أن يستمر الجدل للأبد بالكلام وحده دون تصفيته. وكان المطلوب هو دليل مادى ما على التطور البشرى ، وكان أفضل وأقطع دليل مادى هو كائن متحفّر ما ، يقف ما بين القرد والإنسان (وقد شاعت تسميته « الحلقة المفقودة » فى العقود التى تلت نشر كتاب داروين) .

غير أن العثور على الدليل المادى أيسر قولا منه عملا . ونظرا لعدم احتمال وقوع تحفّر بوجه عام ، كان من الممكن جدا أن لا توجد سوى أمثلة قليلة جدا من أشكال مبكرة لكائنات حية بشرية حدث لها تحفّر . وحتى إذا وجدت هذه الأمثلة القليلة ، فكم هو احتمال عثور الناس عليها، بل وربما التعرف عليها بوصفها ذاك ، فى حالة العثور عليها فعلا ؟

من المؤكد أن بعض الحيوانات المنقرضة خالطت كائنات بشرية ، ومن شأن ذلك أن يوضح أنه إذا وقعت كارثة وقضت على صور معينة من الكائنات الحية ، فلابد أن كائنات بشرية وجدت قبل الكارثة وكذلك بعدها .

(١) رئيس وزارة انجليزى وزعيم حزب المحافظين .
(٢) « Iam on the side of the angels » .

من ذلك أنه ، فى ١٧٩٩، وجدت جيفة كائن شبيه بالفيل متجمدة داخل سفح منحدر صخرى على ساحل سيبيريا المطل على المحيط المتجمد الشمالى . بيد أن ذلك الكائن لم يكن فيلا حديثا بالضبط ، إذ كان على جمجمته حدبة كبيرة وفراء كثيف من الشعر الطويل ، وأذن صغيرة ، وسنّان أطول من المألوف . كان من الواضح أنه شكل من الفيلة انقرض وأنه كان متكيّفا مع المناخ البارد ، والمرجح أنه ازدهر فى العصر الجليدى.

بعد ذلك عُثر على عدد من جثث الماموث ، وفى ١٨٦٠ اكتشف عالم الإحاثة الفرنسى إدوار **لارتى** (١٨٠١ - ١٨٧١) فى أحد الكهوف سن ماموث عليه رسم رائع لماموث رسمه شخص لابد أن يكون رآه حيا. كانت كائنات بشرية تصطاد الماموث وربما ساهم ذلك فى اندثاره منذ نحو ١٠٠٠٠ سنة . فلم يعد بعد ذلك شك فى تعايش كائنات بشرية وحيوانات الماموث فى أزمنة بعيدة . كذلك عندما اكتشفت الهياكل العظمية لإنسان كرو - مانيون، وُجدت إلى جوارها عظام حيوانات انقرضت وكان قوم كرو - مانيون ، على ما يبدو ، يصطادونها ويقتلونها ويأكلونها.

غير أن هذا فى حد ذاته ما كان ليهز إيمان من كانوا يؤيدون السرد التوراتى . ذلك أن « التوراة » تصف فعلا كارثة لم تكن شاملة - هى طوفان نوح . ومن الممكن ببساطة ألا تكون حيوانات الماموث وغيرها من الحيوانات المنقرضة التى خالطت كائنات بشرية ، قد عاشت بعد الطوفان لسبب ما ، ومن الممكن تماما أن يكون البشر السابقون على زمن نوح قد صادوها.

ولكن قبل حدوث هذه الاكتشافات ، بل قبل أن ينشر داروين كتابه الشهير، اكتشفت هياكل عظمية، بشرية الطابع بوضوح ، ومع ذلك **لم** تكن هياكل « الإنسان الحديث ».

ففى غرب ألمانيا ، فى منتصف مجرى نهر الراين ، تقع مدينة دوسلدورف . وعلى شرقيها مباشرة يقع وادى نياندر محاذيا لضفاف نهر دوسل الصغير . والكلمة الألمانية المقابلة لكلمة واد هى تال Tal وكانت تكتب قديما Thal . ومن ثم تكون المنطقة الواقعة شرقى دوسلدورف هى نياندرتال Neanderthal .

فى سنة ١٨٥٦، كان بعض العمال يزيلون الأتربة من داخل كهف من الحجر الجيرى فوجدوا مصادفة بعض العظام. وليس هذا بالأمر غير العادى ، وكان الشىء

المنطقى هو إلقاء العظام بعيدا مع غيرها من الأنقاض . وهذا ما تم ولكن الخبر وصل إلى أستاذ فى مدرسة قريبة ، نجح فى الوصول إلى الموقع وفى إنقاذ نحو أربع عشرة عظمة ، منها جمجمة.

كان واضحا أن العظام بشرية ، لكن الجمجمة بصفة خاصة كانت بها أوجه اختلاف لافتة للنظر عن جمجمة الرجل الحديث . كان بها بروزان من العظم فوق العينين ، لا وجود لهما لدى الكائنات البشرية . وكان بها أيضا جبهة مائلة إلى الوراء وذقن مرتدة إلى الخلف وأسنان بارزة بشكل غير عادى .

وسرعان ما سميت تلك البقايا إنسان نياندرتال وبرز التساؤل عما إذا كان شكلا بدائيا من الكائن البشرى وربما سلف الإنسان الحديث. فإن كان كذلك فإن التطور البشرى يكون قد قام عليه الدليل العملى.

وبطبيعة الحال واجه هذا الرأى معارضة قوية. فالعظام ، عدا الجمجمة، بشرية والجمجمة ذاتها قد تكون مجرد جمجمة كائن بشرى مشوّه أو جمجمة شخص مصاب بمرض فى العظام . وكان أبرز عالم أيد هذا الرأى هو العالم البيولوچى الألمانى المعادى لفكرة التطور رودولف **فِرشوف** (١٨٢٤ - ١٨٨٠) .

وكانت هناك فكرة شائعة جدا مؤداها أن الجمجمة لا يتجاوز عمرها أربعين سنة أو نحو ذلك وهى من رفات جندى روسى مات أثناء الزحف الروسى على غرب أوروبا سنة ١٨١٣ و ١٨١٤ تعقبا لنابليون .

نشر كتاب داروين ثلاث سنوات بعد الاكتشاف ، وأخذ الميالون إلى قبول فكرة التطور يتوقفون لتفسير إنسان نياندرتال بما يتفق وذلك النظر . وفي ١٨٦٣ قام العالم البيولوچى الإنجليزى توماس هنرى **هكسلى** (١٨٢٥ - ١٨٩٥) ، وهو نصير متحمس لداروين ، بدراسة العظام وأعلن تأييده القوى لكون إنسان نياندرتال شكلا قديما من الكائن البشرى ، وأنه من أسلاف الإنسان الحديث .

وفى ١٨٦٤ أطلق عالم بريطانى آخر على إنسان نياندرتال اسم **Homo Neanderthalensis** وبذلك وضعه فى نفس الجنس الذى ينتمى إليه الإنسان العاقل ، لكنه أدرجه فى نوع مختلف .

لو أن اكتشاف العظام فى كهف نياندرتال كان حادثا معزولا ، لربما استمر الجدل إلى الأبد . غير أنه فى ١٨٨٦ وُجد هيكلان عَظميان مماثلان فى كهف ببلجيكا. وكان الهيكلان يتميزان بكل خصائص إنسان نياندرتال ، وغدا من العسير جدا الإيحاء بأن الصدفة وحدها هى التى جعلت ثلاثتهم مصابين بنفس مرض العظام الغريب الذى لم يشاهد أبدا فى الكائنات البشرية الحديثة. فرجحت كفة الرأى القائل بأن إنسان نياندرتال من أسلاف الإنسان العاقل ، خاصة بعد اكتشاف هياكل عظمية أخرى مشابهة.

ورغم ذلك ظل كل مالدينا، طوال نصف قرن ، عظاماً مبعثرة وبقايا من إنسان نياندرتال . وتعين الانتظار حتي ١٩٠٨ حيث تسنى لعالم الإحاثة الفرنسى مارسلان **بول** (١٨٦١ - ١٩٤٢) أن يجمّع من كهف فى فرنسا هيكلا عظميا كاملا لإنسان نياندرتال . وانطلاقا مِن إعادته تركيب الهيكل بالصورة المرجح أنه كان عليها منظره حيا ، نشأ التصور الشعبى لإنسان نياندرتال كمخلوق مقوس الساقين وذى وجه قردى منفّر .

وبطبيعة الحال زاد المنظر قبحا بفضل دأب الفنانين على عرض إنسان نياندرتال فى صورة كائن يحتاج بشدة إلى حلق ذقنه، فى حين أن إنسان كرو - مانيون يُصوّر دائما حليق الذقن تماما وعلى وجهه تعبير شخص حزين كريم المحتد. (والواقع أن من شاهد منكم الفيلم الممتاز **دكتور چيكل ومستر هايد**، تمثيل فريدريك مارش ، يتذكر قطعا أن دكتور چيكل كان يحمل بالتحديد ما كان يظن أنه ملامح إنسان كرو - مانيون ، فى حين أن مستر هايد كان إنسان نياندرتال حيا . ولا يمكننى أن أصدق أن هذ ا كان مصادفة) .

غير أن الذى حدث هو أن بول أدى عمله على الهيكل العظمى المشوّه لرجل عجوز، مصاب بالتهاب شديد فى المفاصل. ودراسة هياكل عظمية أخرى لأفراد أقل سنا وأحسن صحة، اكتشفت منذئذ، توحى بأن إنسان نياندرتال لم يكن قطعا دون مستوى البشر . صحيح أن هناك البروز الشديد فى الجبهة ، والأسنان الكبيرة ، ومنطقة الفم البارزة ، والذقن المرتدة إلى الخلف والجبهة المائلة إلى الوراء ، لكنْ فى الجملة كان إنسان نياندرتال يقف منتصب القامة تماما ، ويمشى تماما كما نمشى، ولم تكن به اختلافات كبيرة عناً، من العنق إلى أسفل .

والأكثر من ذلك أن مخ إنسان نياندرتال فى مثل حجم مخنا بل ربما كان أكبر قليلا ، برغم اختلاف التوزيع النسبى لأجزائه . فمخ نياندرتال أصغر من الأمام (وبالتالى فإن جبهته تميل إلى الوراء) وأكبر من الخلف. وبما أن الجزء الأمامى من المخ يتلازم مع المناطق الرفيعة المسئولة عن الفكر التجريدى ، فيسعنا أن نفترض أن قوم نياندرتال كانوا أقل ذكاء منا - ولكن ليس هناك دليل حقيقى على ذلك .

لقد كان إنسان نياندرتال أقصر قامة منا فى الظاهر ، وأكثر امتلاء ، وله عضلات أضخم وأقوى ، ولكن لا يبدو أن كل هذه الفروق تعنى الكثير من الوجهة البيولوچية . فإنسان نياندرتال يعتبر اليوم منتميا إلى نفس النوع الذى ننتمى إليه ، ومن ثم فاسمه العلمى هو **الإنسان العاقل النياندرتالى** فى حين أن الإنسان الحديث هو **الإنسان العاقل العاقل** .

وقد عاش إنسان نياندرتال فى أوربا أساسا، وعثر على بقايا نياندرتالية فى فرنسا أكثر مما عثر على بعض منها فى أى مكان آخر، ولكن يبدو أن مجال إنسان نياندرتال امتد شرقا لغاية آسيا الوسطى. وقد ظهر أول الأمر فى هيئته النموذجية منذ نحو ١٠٠٠٠٠ سنة (وإن وردت أنباء مفادها أن بعض عينات منه أقدم عهدا ترجع إلى ٢٥٠٠٠٠ سنة مضت) . وقد انقرض قوم نياندرتال منذ نحو ٣٥٠٠٠ سنة ، بعد ظهور الإنسان الحديث بمدة وجيزة.

ولا يمكننا أن نقطع بما إذا كان الإنسان الحديث ظهر فى مكان ما غير أوربا ثم غزاها، وحل محل النياندرتاليين بالقوة، أم أن النياندرتاليين تغيروا شيئا فشيئا حتى أنتجوا أمثلة من الإنسان الحديث منذ ٤٠٠٠٠ سنة أزاحوهم وحلوا محلهم خلال الخمسة آلاف سنة التالية. لكن الاحتمال الأخير يبدو أقرب إلى المنطق.

أما كيف قام الإنسان الحديث بعملية الإزاحة ، بالحرب أم بالتزاوج أم بمزيج من كليهما ، فهذا ما لا يمكننا البت فيه . فالسجل لا يزوّدنا بما يكفى من التوجيه والإرشاد.

وعلى أى حال فإنسان نياندرتال هو أقدم مثال نعرفه للإنسان العاقل ، وهذا يجعل عمر نوعنا البشرى ١٠٠٠٠٠ سنة على الأقل وربما كان أقدم من ذلك بكثير.

ومع ذلك فإن إنسان نياندرتال - إذا تتبعنا سناريو التطور - لا يمكن أن يكون قد قفز إلى حيز الوجود من لاشىء . ولابد أن كان هناك أسلاف للكائنات البشرية عاشوا فى زمن أسبق، ولم يكونوا من نوعية الإنسان العاقل ، ومع ذلك كانوا أقرب

شبهًا إلى الكائنات البشرية منهم إلى أى شكل آخر من أشكال الكائنات الحية بما فيها القردة العليا. والاسم الذى يطلق الآن على أى كائن عضوى حى أقرب شبها إلى الكائن البشرى منه إلى قرد غير مذنب هو " **شبيه الإنسان** " Hominid .

والإنسان الحديث هو آخر شبيه إنسان ظهر ، وهو شبيه الإنسان الوحيد الموجود الآن ، ولكن لابد أنه كان هناك أشباه إنسان أسبق عهدا وأبسط كيانا فى الأزمنة الغابرة . لذلك علينا أن نتحول الآن إلى **البحث عن بدايات أشباه الإنسان** .

أشباه الإنسان

كان عالم الطبيعيات الألمانى إرنست هاينريش **هكِل** (١٨٣٤ - ١٩١٩) نصيراً قويًا لفكرة التطور البيولوجى . كان مقتنعا بأنه وُجد فى وقت ما أشباهُ إنسانٍ باكرون، بل إنه أطلق عليهم اسم **Pithecantropus** وهو المقابل اليونانى لعبارة « الإنسانُ القردى » . وانتشر استخدام تعبير الإنسان القردى فى الكتابات الجارية إذ إنه حل محل التسمية السابقة « الحلقة المفقودة » .

ولدى اقتراب القرن التاسع عشر من نهايته ، كان البحث جاريا بشكل جدى عن أى آثار أحفورية يمكن أن تدل على أشباه الإنسان الباكرين آنفى الذكر.

وكان من بين الباحثين عالم إحاثة هولندى اسمه مارى يوجين **ديبوا** (١٨٥٨- ١٩٤٠) . وكان تفكيره أنه بينما انتشرت الكائنات البشرية فى شتى أنحاء العالم ، فإن القردة العليا ، بحكم كونها أقل بكثير قدرة على الحركة ، ظلت أقرب إلى المناطق التى عاش فيها أسلافها. لذلك لابد أن تكون القردة العليا تطورت فى الأماكن التى تقطنها حاليا، ولابد أن يكون أشباه الإنسان (وهم فى نظره نوع من القردة على أى حال) قد تطوروا هم أيضا فيها.

وتشاء الصدف أن يكون من بين الأنواع الأربعة من القردة العليا نوعان يعيشان فى افريقيا هما الغوريلا والشمپانزى، بينما يعيش الأورنج أوتان والجيبون فى جنوب شرقى آسيا وفى إندونيسيا.

ذهب هكل فى تفكيره إلى أن الجيبون (أصغر القردة) هم الأقرب إلى شكل الأجداد التىَ اَنحدرت منها كل القردة العليا. وبرغم أن **هكل** كان مخطئًا فى ذلك، فإن فكرته وجهت أنظار **ديبوا** إلى إندونيسيا. وذلك البلد المكوَّن من جزر كبيرة كان الجزء الأكبر منه خاضعًا لسيطرة الهولنديين ، وكان يسمى جزر الهند الشرقية الهولندية. ورأى ديبوا أنه، بوصفه مواطنا هولنديا، قد تكون أمامه فرصة للعمل هناك .

سارت الأمور على هواه. فالتحق بالجيش الهولندى ، مؤملا أن يتحدَّد مكان عمله فى جزر الهند الشرقية ، وفى ١٨٨٩ كلفته الحكومة بأن يبحث عن حفريات فى بعض

رواسب جزيرة جاوة (وكانت جاوة أكثر جزر الهند الشرقية الهولندية سكانا ، وإن لم تكن أكبرها حجمًا) .

بدأ ديبوا البحث فى جاوة ، فواتاه حظ مدهش. ذلك أنه ، فى ١٨٩١، بالقرب من قرية اسمها ترينيل فى جنوب وسط جاوة ، عثر على بعض الأسنان وعلى جمجمة قديمة . وكان بالجمجمة جبهة منسحبة إلى الوراء وحاجبان بارزان ، مثلما كان لإنسان نياندرتال . غير أن جزء الجمجمة الذى يستضيف المخ كان صغيرا جدا .

إن المخ البشرى لذكر بالغ يزن نحو ٣,٣ رطل (١,٥ كيلو جرام) ، وحجمه ٨٨,٥ بوصة مكعبة (١٤٥٠ سنتمترًا مكعبًا) . ومخ إنسان نياندرتال أكبر قليلا وحجمه ٩١,٥ بوصة مكعبة (١٥٠٠ سنتمتر مكعب) . أما تجويفة الجمجمة التى عثر عليها ديبوا فكان حجمها ٥٥ بوصة مكعبة فقط (٩٠٠ سنتمتر مكعب) . والمخ الذى تستوعبه مثل تلك الجمجمة لا يمكن أن يزن سوى رطلين (٠,٩ كيلو جرام) تقريبا ، ولا أن يتجاوز حجمه ثلاثة أخماس حجم المخ البشرى العادى.

وبطبيعة الحال ، قد يمكن القول إن ديبوا اكتشف جمجمة طفل ، لكن الأمر فيما يبدو لم يكن كذلك لأنه عندما تنمو أحياد عظمية فوق العينين لدى كائنات بشرية ، فإنها تنمو لدى ذكور بالغين . ولا وجود لحيد فوق العينين لدى المرأة ولدى الأطفال من الجنسين . وحتى لدى قوم نياندرتال الذين لهم أحياد أكبر مما عند الكائنات البشرية ، فإن جماجم صغار السن ناعمة نسبيا. أما الجمجمة التى اكتشفها ديبوا فكان بها أحياد عظمية واضحة جدا ، ومن ثم فالمرجح جدا أنها لكائن بالغ .

ومع ذلك فالمرجح أن حجم المخ الذى احتوته تلك الجمجمة القديمة كان ضعف حجم مخ أى غوريلا تعيش الآن . وبعبارة أخرى كان حجم المخ وسطا بين مخ القردة العليا ومخ الكائنات البشرية . كذلك بدت الأسنان وسطا بين أسنان القردة وأسنان الكائنات البشرية . فاقتنع ديبوا بأنه عثر على بيتكانثروپوس " هكِل "، وذلك ما أسماه الهيكل العظمى، مع أن معظم الناس وجدوا أن الأبسط تسميته **إنسَان جاوه** .

استمر ديبوا فى تفحص المكان الذى اكتشف فيه الجمجمة والأسنان ، وفى ١٨٩٢ وجد عظمة فخذ على بعد خمسة وأربعين قدما فقط من المكان الذى وجد فيه الجمجمة . وكانت فى نفس المستوى الصخرى الذى كانت به الجمجمة وتبدو فى مثل عمر الجمجمة ، لكن منظرها كان بشريا تماما. وبدا واضحًا من شكلها أن الكائن

الذى كانت جزءًا منه فى الأصل كان يستطيع الوقوف منتصب القامة والسير على ساقين بنفس السهولة مثل الإنسان الحديث.

كان ديبوا مقتنعًا بأن عظمة الفخذ والجمجمة تشكلان جزءا من نفس الفرد، لذلك أطلق على إنسان چاوة اسم " الإنسان القرد الواقف Pithecanthropus erectus " (منتصب القامة) ونشر نتائج اكتشافاته فى ١٨٩٤. وكان هذا أول اكتشاف لكائن هو بلاشك شبه إنسان ، ذو مخ فى منتصف الطريق بين القرد والإنسان .

وقد أثار تقرير ديبوا لغطاً هائلا ، وصمم المناهضون لفكرة التطور على أن ديبوا عثر على مجرد رأس معتوه . وطالما أنه لم يكن هناك سوى جمجمة واحدة من هذا القبيل ، لم يكن ثمة سبيل إلى حسم الموضوع ، لذا كان ينبغى لديبوا أن يعمل من أجل الحصول على حفريات أخرى من نفس النوع . لكنه لم يُرد أن يفعل . وضاق بالصراخ والعويل إلى حد أن حفظ عظامه لمدة سنين فى مكان مأمون لا تصل إليها يد ورفض أن يتحدث عنها بعد ذلك . وأصبح على آخرين أن يواصلوا البحث.

وفى أواخر الثلاثينيات من القرن العشرين ، ذهب عالم إحاثة هولندى آخر اسمه جوستاڤ فون كونجسڤالد إلى چاوه وتولى المهمة . سعى إلى الاستعانة بالسكان المحليين . شرح لهم بالضبط ما يبحث عنه وقال لهم إنه سيدفع لهم ١٠ سنت عن كل قطعة يجلبونها له مهما تكن صغيرة . وكانت تلك غلطة ، لأن كل من وجد عظمة سارع إلى تكسيرها إلى قطع صغيرة ليحصل على ١٠ سنت عن كل قطعة.

وبرغم ذلك انتهى فون كونجسڤالد إلى الحصول على ثلاث جماجم وعلى بعض قطع من الفك بالأسنان فى موضعها، وفى جميع الحالات كانت الجماجم صغيرة . لقد كان ممكنا أن يوجد إنسان معتوه بمخ صغير، ولكن ليس معقولا أن يكونوا أربعة . إن إنسان چاوه كان حقيقة شبهَ إنسان باكرًا .

وفى غضون ذلك ، اتجهت الأنظار إلى الصين . كان الأطباء الصينيون يعتقدون أنه إذا طُحِنت العظام والأسنان الأحفورية العتيقة وتحولت إلى مسحوق أمكن استخدامها فى الطب . ولذلك السبب وجدت الحفريات فى محالّ بيع الأدوية فى الصين. وفى ١٩٠٠ اتضح أن إحدى الأسنان العتيقة أقرب لأن تكون بشرية فى مظهرها مما حفز إلى البحث عن حفريات بشرية.

توجد نحو ثلاثين ميلا جنوب غربي بيچين (وكانت تكتب " بكين ") مدينة اسمها چوكوديان (كانت تكتب " شوكوتيان ") ، وبالقرب منها عدد من الكهوف التى مُلئت بقطع صلبة من سطح الأرض . وكانت تبدو مبشرة بأن تصلح للبحث فيها عن حفريات.

وفى أحد الأماكن بتلك الكهوف وجدت قطع صغيرة من الكوارتزِ ما كان ينبغى أن توجد تلقائيا فى ذلك المكان ومن الممكن أن تكون كائنات بشرية قد أتت بها إلى ذلك المكان . لذلك عكف عالم إحاثة كندى اسمه داڤيدسون **بلاك** (١٨٨٤ - ١٩٣٤) على شق طريقه إلى أعماق الكهف متفحصا كل شىء فيه.

وفى عام ١٩٢٣ عُثر على سنٍ وفى ١٩٢٦ على أخرى وفى ١٩٢٧ على ثالثة. فُدرِست هذه الأسنان بعناية ، وبدت أنها ليست بشرية تماماً ولا قردية تماماً ، فقرر " بلاك " أنها لشبه إنسان أطلق عليه اسم " إنسان صينى من بكين " . لكنه عرف لدى عامة الناس باسم **إنسان بكين** .

وفى ١٩٢٩ كُشف النقاب عن جمجمة وفكّ وبعض الأسنان . وبعد وفاة " بلاك " استمر العمل تحت إشراف عالم الإحاثة الألمانى فرانتس **ڤايدنرايش** (١٨٧٣- ١٩٤٨) . وفى النهاية اكتشفت أجزاء من أربعين شبه إنسان مختلفين .

ومن المؤسف أن اليابانيين اجتاحوا الصين واستولوا على المنطقة فى ١٩٣٧ . وسمحوا باستمرار الحفر ولكن عندما لاح فى ١٩٤١ أن الحرب قد تنتشر وتزداد ضراوة ، قرر علماء الإحاثة إرسال العظام إلى الولايات المتحدة لحفظها فى أمان . غير أنه بعد تصدير العظام بيومين هاجم اليابانيون " پيرل هاربر " ، وفى الارتباك الذى أعقب ذلك ، فقدت العظام ولم يعثر لها على أثر.

ومع ذلك، ففى الوقت الذى دُرست فيه العظام كان ما عرف كافياً لبيان أن إنسان بكين شديد الشبه بإنسان چاوه . وفى أيامنا هذه انتهى علماء الإحاثة إلى أن إنسان چاوه وإنسان بكين من نوع واحد. والأكثر من ذلك ، فبرغم أنهما ليسا من الإنسان العاقل، هما وثيقا القرب منه، بحيث ينتميان إلى جنس واحد . لذلك تم التخلص من أسماء مثل بيتكانثروپوس (الإنسان القردى) وسينانثروپوس (الإنسان الصينى) ، ويعتبر كلاهما مثالا للإنسان منتصب القامة (الواقف).

وبعد الحرب العالمية الثانية ، اكتشفت عظام للإنسان منتصب القامة في إفريقيا، وربما في أوربا . وبرغم أن أشباه الإنسان هؤلاء كانوا ذوى مخ أصغر حجما مقارنةً بنا ، فإنهم كانوا يتمتعون بقدرات عجيبة. وتوحي المكتشفات التي تمت في چوكوديان بأن الإنسان الواقف (منتصب القامة) كان أول من استخدم النار منذ نحو ٥٠٠٠٠٠ سنة .

وقد جاء الإنسان الواقف الذي وجدت بقاياه قرب بكين، في زمن لاحق لإنسان چاوه وكان مخه أكبر بعض الشيء . والواقع أن الإنسان الواقف ربما ظهر أولا منذ ١,٥ مليون سنة واستمر حتى ٢٥٠٥٠٠ سنة خلت ، وتطور مخه بالتدريج نحو تزايد حجمه . ومن المحتمل أن مخ الإنسان الواقف كان حجمه في الأصل ٥٢ بوصة مكعبة (٨٥٠ سنتمترًا مكعبًا) وبلغ في النهاية ٦٧ بوصة مكعبة (١١٠٠ سنتمتر مكعب).

(ونذكر بالمناسبة أن حقبًا زمنية - كالمتراوحة بين ٢٥٠٠٠٠ و ١,٥ مليون سنة - أوغل في القدم من أن يتسنى قياسها بأساليب التأريخ الخاصة **بالكربون-١٤** أو بأي أساليب أخرى ذكرتها فيما تقدم . بيد أن هناك حالات أخرى من التحلل الإشعاعي الأبطأ كثيرا من حالة الكربون -١٤، وهذه التحللات البطيئة جدا يمكن استخدامها لقياس عمر الصخور التي يعثر فيها على بقايا الإنسان الواقف ... وسأتناول هذه النقطة بتفصيل أوفى في موضع لاحق من الكتاب) .

ما الذي حدث للإنسان الواقف منذ ٢٥٠٠٠٠ سنة ؟ المرجح أن الإنسان الواقف استمر يتطور وتزايد حجم مخه، وأصبح أولا الإنسان العاقل النياندرتالي، ثم الإنسان العاقل العاقل . وتوجد شذرتان أو ثلاث من العظام تبدو منتمية إلى الفترة ما بين زمن الإنسان الواقف وزمن الإنسان العاقل ، لكن تلك الشذرات غير كافية للتيقّن من وجود صلة بينهما.

فهل هناك أية فرصة لاكتشاف الحفريات اللازمة؟ طبعًا! وعلماء الإحاثة يجدّون كل حين في البحث عنها - لكن احتمال العثور عليها ليس كبيرا. فكل حفريات أشباه الإنسان التي اكتشفت في يوم من الأيام لا تملأ - إن ضمت لبعضها - سوى قفص صغير. ذلك أن أشباه الإنسان هم بشكل عام أذكى من أن يدعوا أنفسهم يُحتبسون في الطين في الظروف التي يمكن أن يتم فيها التحفّر .

هل ثمة أشباه إنسان أقدم عهداً من الإنسان الواقف ؟

فى ١٩٣١ بدأ عالم الإحاثة البريطانى لويس س . ب . **ليكى** (١٩٠٣ - ١٩٧٢) يحفر فى غور أولدوڤاى ، وهو مكان فى دولة تانزانيا بشرق إفريقيا ، تترسب فيه صخور رسوبية منذ مليونى سنة. وكان ليكي يظن أن من المحتمل أن توجد فى الصخر آثار لأشباه إنسان باكرين. وفى أوائل الستينيات من القرن العشرين ، اكتشفت ثلاث جماجم تشبه إلى بعيد جماجم الإنسان الواقف باستثناء أن العظام زرق وأقل سمكا والأمخاخ أصغر مما مرّ بنا . وقدّر أن حجم المخ ربما كان يبلغ فقط ٤٩ بوصة مكعبة (٨٠٠ سنتمتر مكعب) ووزنه نحو نصف وزن مخنا ليس إلا.

وقد أطلق " ليكى " على تلك الجماجم اسم بقايا الإنسان الحاذق لأنه ، برغم شدة صغر الأمخاخ ، وجدت أدوات حجرية إلى جوار البقايا العظمية . لقد كان أشباه الإنسان صغيرو الأمخاخ هؤلاء ، أذكياءً رغم ذلك بما يكفى لاستخدام أدوات، وحاذقين بالقدر الكافى لصنعها.

قدّر " ليكى " عمر " الإنسان الحاذق " بنحو ١,٨ مليون سنة . ورأى احتمال أن يكون هؤلاء نماذج مبكرة جدا من " الإنسان الواقف ". كما رأى أن من المحتمل جدا أن يكون "الإنسان الحاذق " قد تطور فى اتجاهين متشعبين، أحدهما صوب " الإنسان الواقف " والآخر صوب " الإنسان العاقل ". وفى الحالة الأخيرة ، يكون " الإنسان الواقف " قد وصل إلى طريق مسدود. غير أنه يستحيل ذكر التفاصيل الدقيقة دون المزيد من الحفريات ، ومازال علماء الإحاثة ، حتى اليوم ، يجادلون ويطلقون تخمينات حول خط الانحدار الدقيق للكائنات البشرية الحديثة. وما لا يجادل فيه أحد هو أننا منحدرون من أشباه إنسان بدائيين ، أيا كانت التفاصيل الدقيقة.

إن الإنسان الحاذق هو أقدم شبيه إنسان قريب الشبه بالكائنات البشرية الحديثة بما يكفى لوضعه فى الجنس " الإنسانى " ؛ لذلك يمكن اعتبار الجنس برمته موجوداً منذ ١,٨ مليون سنة.

بيد أن هذا لا يعنى بالتأكيد أن " الإنسان الحاذق " هو أقدم شبيه إنسان وُجد . فمن الممكن أن يكون هناك شبيهو إنسان أبسط وأصغر مخًا يختلفون عن الكائنات البشرية إلى حد استبعادهم من الجنس الإنسانى، وهم مع ذلك أقرب إلى الكائنات البشرية منهم إلى القردة . وهم موجودون بالفعل .

ففى ١٩٢٣ ذهب طبيب أسترالى المولد ، يدعى ريموند أرثر **دارت** (م . ١٨٩٣) ، إلى جنوب إفريقيا للتدريس فى كلية طب هناك . وفى ١٩٢٤ وجد مصادفة حفرية جمجمة بابون فوق رفٍّ مصطلى ، وسأل عن المكان الذى أتت منه . كانت من موقع اسمه طاونج Taung يجرى فيه تفجير أجراف من حجر الجير . فأرسل " دارت " رسالة إلى القائمين بالعمل فى الموقع ، طالبا موافاته بأى حفريات يعثرون عليها.

فتلقى صندوقا مليئا بحجر جيرى بداخله حفريات . فعزل القطع ووجد أنها ، حينما تركّب مع بعضها البعض ، تبدى ما يشبه جمجمة قرد صغير ، باستثناء أن التجويفة الخاصة بالمخ كانت كبيرة جدا بالنسبة لقرد صغير. ولم يكن بها أحياد فوق الحاجبين . وقد نشر " دارت " ملاحظاته فى ١٩٢٥، وقال : إن الحفرية قد تمثل شكلا من الكائنات الحية المنقرضة تقع تقريبا فى منتصف الطريق بين القردة العليا والبشر. وسماها **الإنسان القردى الجنوبى الإفريقى** (والاسم العلمى مشتق من تعبير لاتينى : " قرد جنوبى من إفريقيا ").

فى ذلك الوقت كان الناس مازالوا يتناقشون حول اكتشافات " ديبوا " فى چاوه فلم يُلق أحد بالا إلى " دارت " . ولكن فى ١٩٣٤ حضر إلى جنوب إفريقيا عالم إحاثة اسكوتلندى يدعى روبرت **بروم** (١٨٦٦– ١٩٥١) ، وظنًا منه أن " دارت " قد يكون عثر على شىء مهم ، بدأ يبحث عن المزيد من الحفريات.

وفى ١٩٣٦ زار مغارات للحجر الجيرى لاتبعد كثيرا عن چوهانسبرج ووجد جمجمة أحفورية أخرى لقرد جنوبى بالغ هذه المرة . وظل سنتين يجمع قطعا أحفورية : عظمة فخذ ، وجمجمة أخرى ، وفك . وبدت هذه المخلوقات أكبر بعض الشىء من الكائن الذى عثر عليه " دارت " ، حتى مع مراعاة أنها لكائن بالغ. وفى النهاية أطلق على تلك المخلوقات " **الإنسان القردى الجنوبى القوى** " ، لأن عظامها كانت أكثر سمكا ومتانة من العينة السابقة.

ويحتمل وجود عدة أنواع مختلفة من تلك المخلوقات ، مختلفة عنا بما يكفى لأن يكون لها جنس خاص بها ، ويظل اسمها " القرد الجنوبى " أسترالو بثيكوس برغم أنها ليست قردة . وهم يُجمَعون سويا فى اللغة الدراجة تحت اسم australopithecines (أشباه القردة الإفريقيون).

إنهم كلهم أشباه إنسان . صغيرو الجسم ، طول بعضهم أربعة أقدام فقط، حتى البالغون منهم . وأمخاخهم أصغر من مخ أى شبه إنسان آخر يندرج فى الجنس هومو (= إنسى) . ويبدو أن حجم المخ ٣٠ بوصة مكعبة (٤٩٠ سنتمترا مكعبا) وربما كان وزنه لايزيد عن ١,١ رطل . وهذا يعادل فقط ثلث وزن مخنا نحن ويقل عن وزن مخ غوريلا حديثة . ولكن بما أن وزن شبه القرد الإفريقى كان فقط ثُمن وزن الغوريلا ، فإن مخ شبه القرد الإفريقى أكبر كثيرا من الوجهة النسبية من مخ الغوريلا .

وربما استخدم أشباه القرد الإفريقى أدوات بسيطة جدا من العظم والخشب ، لعدم تقدمهم إلى حد تناول الحجر ، وهو ما يبدو مقتصرا على كائنات من الجنس الإنسانى .

وفى ١٩٧٧ اكتشف عالم الإحاثة الأمريكى دونالد **چونسون** أقدم نموذج لشبيه بالقرد الجنوبى وجد حتى الآن . اكتشف كمية من العظام تكفى لأن تمثل نحو ٤٠ فى المائة من الهيكل العظمى الكامل ، وبما أنه واضح أنها بقايا أنثى، فقد التصق بشكل ما اسم " لوسى " بالهيكل العظمى . واسمه العلمى «الإنسان القردى الجنوبى العفارى» Australopithecus Afarensis وكلمة Afarensis مشتقة من أن الهيكل وجد بمنطقة فى شرق أفريقيا يقال لها منطقة " العفار " فى الطرف الجنوبى من البحر الأحمر.

تبدو لوسى شابة بالغةً لا يتجاوز طولها نحو ثلاثة أقدام ونصف ، وأكّدت عظام الحوض والفخذ فيها شيئًا سبق توقعه لدى معاينة حفريات أخرى لأشباه القردة الإفريقيين ، كانت تمشى منتصبة القامة تمامًا وبيُسر كما نفعل بالضبط .

وأشباه الإنسان كافّة ، حتى أقدم من نعرف منهم ، لهم عمود فقرى فريد مزدوج التقوّس قادر على مساعدتهم على انتصاب قامتهم إلى ما لا نهاية. أما القردة، فبرغم استطاعتهم السير منتصبى القامة ، لا يملكون ذلك إلا لمدة قصيرة، وواضح أنهم يشعرون بأن تلك العملية غير مريحة.

فالظاهر إذن أن التطور الارتقائى الذى أتاح ظهور أشباه الإنسان، ثم الكائنات البشرية فى النهاية ، لم يكن متمثلا فى المخ العملاق أو اليد الماهرة، بل فى الْتواء العمود الفقرى الذى جعل الوقوف ممكنًا . وانطلاقا من هذا أمكن أن تأتى كل التطورات اللاحقة.

وبمجرد أن وقف شبه الإنسان منتصبًا تحرر طرفاه الأماميان تماما من مهمة تحمل الجسم . ومن ثم غـدا الطرفان الأماميان حرّين لتناول الأشياء المحيطة وتفحصها . وكل تغيير زاد صلاحية اليدين والعينين لتحقيق هذا الغرض ، حسّن قدرة الجسم على البقاء . وكان هذا يعنى إطالة العمر وإنجاب عدد أكبر من الصغار ليرثوا اليدين الأفضل والأكثر رشاقة والإبهامين الأطول والمعارضين والعينين الأكثر حدة فى الإبصار.

وكلما استخدمت اليدان والعينان فى تناول الأشياء وتفحّصها زادت المعلومات المتدفقة على المخ. ومرة أخرى، كل تغيير حدث لزيادة حجم المخ وتشعبه كان إذن مفيداً وساعد على البقاء. وأدى هذا أيضا إلى إطالة العمر وإنجاب مزيد من الصغار ورثوا أمخاخا أفضل - زاد حجمها إلى ثلاثة أمثال ما كانت عليه ، وذلك فى الزمن المنقضى من عهد أشباه القردة الإفريقيين إلى الوقت الحاضر.

يبلغ عمر " لوسى " نحو ٤ ملايين سنة. وقد لا تكون أقدم أشباه القردة الإفريقيين، ولا أول كائن حى استطاع أن يقف منتصب القامة وأن يسير طليقًا على ساقين ، لكنها أقدم من نعرف منهم. ويعتقد بعض علماء الإحاثة أن أشباه القردة الإفريقيين ربما بدأوا فى الظهور عدة ملايين من السنيين قبل ذلك بمخ كان حجمه فى الأصل ٢١ بوصة مكعبة فقط (٥٠ سنتمترا مكعبا) ووزنه ٠,٨ رطل فقط ، لكننا سنحتاج إلى المزيد والمزيد من الحفريات قبل أن نعرف ذلك حقا.

ومع ذلك فإننا، بصورة أو أخرى، لم نحدد موقع " الحلقة المفقودة ". فحتى " لوسى " ، وهى أقدم شبه قرد إفريقى معروف ، تعتبر أقرب كثيرا إلى الكائن البشرى منها إلى القرد بسبب قدرتها على السير منتصبة القامة. إنها ليست "القرد - الإنسان"، ليست الكائن الحى الذى يقع فى منتصف الطريق بين القردة والكائنات البشرية والذى يبحث عنه الناس.

هناك إمكانيتان أيقظتا الآمال فى هذا الاتجاه، لكن ثبت أن كلتيهما كانتا أملين كاذبين .

ففى ١٩٣٥ عثر فون كونيجسڤالد (الذى ذهب بُعيد ذلك إلى چاوه بحثًا عن حفريات أخرى للإنسان منتصب القامة) على أربعة أسنان لافتة للنظر فى عدد من متاجر هونج كونج . كانت شديدة الشبه بأسنان بشرية ، لكنها كانت أكبر منها بكثير .

ذلك أنه ، حتى ذلك الوقت (بل وإلى اليوم ، فى الواقع) ثبت أن كل أشباه الإنسان الباكرين كانوا أصغر حجما من الإنسان العاقل . وحتى فصيلة نياندرتال من الإنسان العاقل التى يبدو أنها كانت أقوى من الكائنات البشرية الحديثة وأوفر منها حظا من العضلات، لم تكن تطاولنا قامة. فالإنسان العاقل هو ، بصورة أو أخرى ، شبه الإنسان العملاق.

غير أن الأسنان التى كشف عنها كونيجسفالد النقاب ، لو أنها كانت تمتّ بأصلها إلى شبه إنسان ، لابد أن تكون أسنان شبه إنسان أضخم حجما بكثير منا . لكن فون كونيجسفالد لم يجرؤ على افتراض ذلك . فأطلق على المخلوق صاحب تلك الأسنان اسم چيجانتوبثيكس (ويعنى باليونانية « القرد غير المذنّب العملاق ») .

وبطبيعة الحال ، كان الناس على استعداد لأن يصدقوا أنه من الممكن أن يكون قد وجد فى الماضى أشباه إنسان عماليق . " فالتوراة " ذاتها فى عبارة يكثر الاستشهاد بها من " سفر التكوين " ٦ : ٤ تقول : « كان فى الأرض عماليق [(١)] في تلك الأيام » . غير أن الكلمة العبرية nephillim التى ترجمت إلى « عماليق » فى هذه الآية، قد لا تعنى عمالقة فى الحجم فحسب . فقد تعنى فقط رجالا أبطالا ، أو محاربين أشداء ، أو أبطالا أسطوريين أنصاف آلهة . ومع ذلك فإن معظم من يأخذون " التوراة " بمعناها الحرفى يفهمون الكلمة بمعنى أقوام ضخام الحجم.

كذلك ترد فى القصص الشعبى لأمم كثيرة حكايات عن عمالقة ، وأشباه إنسان ضخام الجسم فارهى القامة ، لكنهم فى العادة بلهاء يسهل خداعهم . فهل هذه الحكاليات تذكّر من بعيد بقردة - بشر أم هى مجرد الطريقة المعتادة للقاصّ فى تضخيم الصعاب والأشرار لجعل البطل يبدو أكثر بطولة ؟ هل هى مجرد قصة منازلة داود وجالوت، مع هتاف الجميع تأييداً للصغير داود؟

فى ١٩٥٥ قرر العلماء الصينيون التنقيب فى جميع محال بيع الأدوية قدر استطاعتهم كى يعثروا على أى أجزاء أخرى قد توجد لذلك المخلوق . فاكتشفوا عشرات من الأسنان الضخمة وعددا من مفردات الفك الأسفل العملاقة .

وقد اتضح أن " القرد غير المذنّب العملاق " هو بالضبط مايعنيه اسمه . لم يكن شبه إنسان على الإطلاق ، بل كان قرداً عملاقًا ارتفاعه نحو تسعة أقدام ، وهو أضخم

(١) فى النسخة العربية من التوراة « طغاة » وقمنا بتصويب الترجمة (م) .

قرد عاش فى يوم من الأيام ، فى حدود علمنا (وإن كان به شبه بعيد ... بالوحش الشهير والمحبوب "كينج كونج") ، كانت أسنانه شبيهة بأسنان الإنسان ، لأنه كان متوائما مع نوع غذاء الكائنات البشرية ، لكن عظام فكيه كانت شبيهة بمثيلها عند القرد شبها لا تخطئه عين .

ومن المحتمل أن القرد غير المذنب العملاق لم ينقرض حتى زمن ظهور إنسان نياندرتال ، لذلك يتصور أنه ربما ساعد على نشوء أسطورة العمالقة البُلهاء ، لكننى لا أدرى لماذا أشك فى ذلك !

والأكثر مدعاة للحيرة اكتشاف تم فى ١٩١١ فى قرية پلْتداون فى جنوب انجلترا ، على يد محام انجليزى اسمه تشارلز **ضوصن** (١٨٦٤ - ١٩١٦) . كان المكتشَف عبارة عن جمجمة ، ثم اكتشف فى وقت لاحق فكّ أسفل به بعض الأسنان . كانت الجمجمة تبدو تماما مثل جمجمة الإنسان ، لكن الفك كان يشبه تماما فك القرد . وسمى الاكتشاف Eoanthropus dawsoni (يعنى باليونانية " إنسان الفجر الضوصونى ") وعرف باسم إنسان پلْتْداون .

فهل كان من الممكن أن يكون ، بجمجمته البشرية وبفكه المشابه لفك القرد غير المذنب ، هو الكائن الوسط بين الإنسان والقرد غير المذنب ، أى الحلقة المفقودة ؟

لقد ظل إنسان پلتداون لغزا حيَّر علماء الإحاثة أربعين سنة . ففى كل أشباه الإنسان الآخرين ، كلما زادت الجمجمة اقترابا من الشكل البشرى ، زاد الفك أيضا اقترابا من الشكل البشرى . أما وجود شبه إنسان بجمجمة بشرية وفك قردى فبدا أمرا غير سوى . ومع اكتشاف المزيد والمزيد من الحفريات ، أخذ إنسان پلتداون يبعد أكثر فأكثر عما يبدو صوابا ، لكن علماء الإحاثة الذين قالوا فى بادئ الأمر بتوافق الجمجمة والفك مع بعضهما دافعوا عنه دفاعًا مريرًا .

والحق أنه **لم يكن** صحيحًا . وما أن حلت سنة ١٩٥٣ إلا وثبت - بوضوح - أن إنسان پلتداون كان زيفا . كانت الجمجمة لإنسان وحديثة جدا . أما الفك فكان فك أورانج أوتان ، حديث العهد أيضا . وكانت العظام كلها قد عولجت بحيث تبدو قديمة جدا وأعمل فيها المبِرد لتنطبق على الفك. وتم كسر مواضع الاتصال بين الفك والجمجمة كى لا يتبين أَحد أنهما **لا ينطبقان** على بعضهما البعض .

وكان الدليل الحاسم على أن كلا الجزئين حديث العهد هو تحليل الفلور . ذلك أنه ، طالما أن العظم موجود داخل الجسم ، فإنه يحتوى على قليل جداً من ذرات عنصر اسمه **الفلور** أو لا يحتوى عليها بتاتاً . بيد أنه عندما يرقد العظم فى الأرض فى ظروف تحوله إلى حفرية ، فإنه يمتص الفلور ببطء شديد من التربة ومن الماء الموجود فى التربة . ومن مقدار الفلور الموجود فى الحفرية يمكننا أن نعرف على وجه التقريب كم مكثت فى الأرض .

من الذى يمكن أن يكون ارتكب مثل هذه الخدعة ؟ إن معظم الناس يشكّون فى " ضوصن " لكن من المتعذر إثبات ذلك ، وهناك عدة أشخاص آخرين تحوم حولهم الشكوك . كما أن أحداً لم يتصور الدافع إلى هذه الفعلة التى مازالت أشهر خدعة – لم يكشف سرها بعد – فى تاريخ العلم.

وبطبيعة الحال أصبح من اليسير رؤية الزيف بعد اكتشافه، والعجيب جدا أن نرى كم خُدع به عدد غفير من الأساتذة اللامعين .

ويرجع السبب جزئيا إلى أن المعلومات عن أشباه الإنسان الأول كانت شحيحة جدا سنة ١٩١١. أما فى أيامنا هذه فكل من يحاول أن يلفق على علماء الإحاثة التوفيق بين جمجمة بشرية وفكّ قردى سوف يطرد فوراً شر طردة، لأن علماء الإحاثة يعرفون الان ما يكفى لإدراك أن هذا التركيب بعيد الاحتمال للغاية . لكنهم لم يكونوا يعلمون هذا آنذاك.

ثم إن علماء الإحاثة بشر، وكان فى الأمر مسألة عزة وطنية. فبرغم العثور على حفريات فى أسبانيا وفرنسا وألمانيا وبلجيكا ، لم يعثر فى انجلترا إلا على أقل القليل فى مجال بقايا أشباه الإنسان. وعندما واتت علماء الإحاثة الانجليز فرصة الاستعلاء على سائر دول القارة بأثر عتيق غير مسبوق وغير مألوف إلى هذا الحد، لم يستطيعوا بكل بساطة مقاومة الإغراء.

ولكن حتى إذا كنا لم نجد الحلقة الحقيقية التى تربط أشباه الإنسان بالقردة العليا (غير المذنّبين) ، فإنه بوسعنا أن نكون واثقين من أن أول شبيه بالإنسان لم ينشأ من لا شىء . إن الكائنات البشرية والقردة العليا تُجمع معًا أحيانا تحت مسمى

البشراويين [1] hominoids ، ولابد أنه وُجد بشراوى أول ، أى مخلوق ما انحدرت منه كل القردة العليا (والكائنات البشرية أيضا) ، وانفصل فى زمن سابق عن النسانيس أو القردة المذنّبين .

فإذا أضفت القردة (المذنبين) إلى بعض المخلوقات الأكثر بدائية ، أصبح لديك رتبة يسمى المندرجون تحتها « الرئيسات » من كلمة لاتينية تعنى : " الأول ". وبالتالى تكون خطوتنا التالية هى البحث فى **بدايات كل من البشراويين والرئيسات** .

(١) مقابل نقترحه نظرا لعدم العثور على مقابل للمصطلح الأجنبى فى المعاجم المتاحة (م) .

الرئيسات

توغلنا إلى الآن بعيداً فى ماضى الزمن ، أبعد كثيراً مما كان يمكن أن يحلم كائن من كان ، منذ قرنين ، بأن ذلك فى حيز الإمكان. وإذا قدرنا أن سلالة أشباه الإنسان ترجع إلى ٦ ملايين سنة ، فإن أشباه القردة الإفريقيين يكونون قد ظلوا طوال ثلاثة أرباع تلك الفترة هم الوحيدون الأحياء من بين أشباه الإنسان ، ولم يظهر الجنس "إنس" Homo إلا فى الربع الأخير من تاريخ أشباه الإنسان ، وانقضى ٩٨ فى المائة من تاريخهم قبل ظهور الإنسان العاقل النياندرتالى ، وانقضى نحو ٩٩,٣ فى المائة منه قبل ظهور الإنسان العاقل ، وتبلغ المدة التى عشنا فيها متحضرين ١/٦٠٠ من الزمن الذى وجد فيه أشباه الإنسان.

ومع ذلك فمن الواضح أن تاريخ النشوء الارتقائى لأشباه الإنسان يمتد بعيداً فى الماضى قبل بدء ظهورهم.

ليس من الضرورى أن يكون الإنسان من أنصار فكرة التطور ليتبين أن القردة العليا والنسانيس (القردة المذنبة أو القردة أو الهجرس [١]) يشبهوننا ، وحتى الأقدمين كانوا يدركون أن القردة تكاد تكون صوراً كاريكاتورية من الكائنات البشرية . وواقع الأمر أنه رغم كون كلمة monkey (قرد) غير معروفة المصدر، فإنى أميل إلى الاعتقاد بأنها اتخذت شكلها الراهن فى اللغة الانجليزية بسبب تشابه نطقها بنطق كلمة Manikin (تمثال عرض الملابس . م) .

كان سكان بلدان البحر المتوسط الأقدمون لايعرفون سوى فرع القردة المتفرع من طبقة الرئيسات ، (مع استبعاد الكائنات البشرية طبعاً) لكن الشبه بينهم وبين الإنسان لم تكن تخطئه عين . كانت وجوههم بمثابة وجوه إناس صغار مليئة بالتجاعيد. وكانت لهم أياد تشبه بوضوح أيدى البشر ، ويتناولون الأشياء بأصابعهم مثلما تفعل الكائنات البشرية، بفضول يفيض حيوية . وكان ظاهراً أنهم أذكى من الحيوانات الأخرى .

غير أنهم كان لهم ذيل ، وهذا ما أنقذ الموقف . فالإنسان بدون ذيل ومعظم الحيوانات التى نعرفها بذيل ، وهذا وذاك ظاهر إلى حد أن ذلك الفارق يكاد ينم من تلقاء نفسه عن أن الكائنات البشرية فريدة فى طابعها ويضعنا فى مرتبة على حدة.

(١) أنظر : القاموس المحيط (م).

غير أنه وردت فى " التوراة " إشارة إلى قرد واستخدم المترجم كلمة خاصة للإشارة له ، فلدى مناقشة المغامرات التجارية للملك سليمان ، تقول " التوراة " فى سفر الملوك الأول ١٠:٢٢ ، " ... مرة فى كل ثلاث سنوات أتت سفن ترشيش حاملة ذهبا وفضة وعاجا وقرودًا وطواويس " .

وعادة مايطابق القارىء بين ترشيش وطرطوس وهى مدينة تقع على الساحل الأسبانى إلى الغرب مباشرة من مضيق جبل طارق ، وفى شمال غرب أفريقيا ، فى مواجهة طرطوس كان يوجد آنذاك (ويوجد الآن) نوع من القردة من فصيل المكاك ، وهـذا المكاك هو الذى أطلق عليه اسم " القرد غير المذنب " ، وفى السنين اللاحقة ، عندما أصبح شمال غرب إفريقيا جزءا من بلاد البربر (لوقوعه تحت سيطرة " البرابرة") ، أطلق عليه اسم " القرد غير المذنّب البربرى" . ويوجد بعض من هذه القردة غير المذنبة فى شبة جزيرة جبل طارق الاسبانية المملوكة لبريطانيا ، وهى القردة الوحيدة التى من أصل أوروبى .

والشىء الغريب فى القرد غير المذنب البربرى Barbary ape والسمة التى تجعله فيما يبدو يستحق التسمية الخاصة " القرد غير المذنب " ape وليس " القرد ، هى أنه ليس له ذَنَب ومن ثم فهو يشبه الكائنات البشرية أكثر مما تشبههم القردة الأخرى . وعندما أعد الفيلسوف الإغريقى **أرسطوطاليس** (٣٨٤-٣٢٢) تصنيفه لصور الحياة ، وضع " القرد غير المذنب البربرى" على رأس مجموع القردة ، تحت الإنسان مباشرة ، لاالسبب إلا لأنه بدون ذَنَب.

ولم يكتف الطبيب الإغريقى **جالينوس** (١٣٠-٢٠٠) بالأخذ بالمظهر الخارجى . فشرّح بعضًا من " القردة غير المذنّبة البربرية " وأفاد بأن العضلات والعظام والأعضاء الداخلية لجسمها ذات شبه غريب بنظيرها عند الإنسان.

وفى العصور الوسطى كان كثير من الناس مستائين من هذا الشبه، ذلك أنه نظرًا لأن " التوراة" قالت لهم إن الكائنات البشرية خلقت على شاكلة الله (ولأنهم أخذوا تلك العبارة بمعناها الحرفى وليس الرمزى)، فإنهم لم يكونوا يريدون أن تقحم مجرد حيوانات نفسها على تلك الصورة . وكان ثمة اتجاه فى النظر إلى القردة بوصفها متواطئة بصورة ما مع الشيطان، وإلى اعتبار أنها خلقت على شاكلة الشيطان بينما خلقت الكائنات البشرية على شاكلة الله .

غير أن القردة لم تكن أسوأ مافى الأمر. فقد كانت هناك مخلوقات أخرى غير معروفة للأوروبيين فى العصور القديمة والوسطى ، وأكبر حجماً من القردة وأقرب منها شبهاً بالكائنات البشرية ، كانت مثل القرد غير المذنب من حيث إنها بدون ذيل ، لذلك اعتبرت هى الأخرى قردة غير مذنبة . ونظراً لشبهــها الكبير بالكائنات البشرية ، جرى التمييز بينها وبين القرد غير المذنب بتسميتها قردة غير مذنّبة مشابهة للإنسان anthropoid apes .

وفى ١٦٤١ نشر وصف لحيوان استُجلب من إفريقيا واحتفظ به فى هولندا فى معرض للوحوش مملوك لأمير أورانج ، ويبدو من الوصف أنه كان شمبانزى . ووردت أيضاً أنباء عن حيوان كبير يشبه الإنسان يعيش فى جزيرة بورنيو ، وهو الحيوان الذى نسميه الآن أورانج أوتان . (وأورانج أوتان تعنى ، فى شبه جزيرة الملايو ، " إنسان يسكن البرية " ، وبلغ من شبهه بالبشر أنه كان بعض أبناء البلد يعتقدون أنه يستطيع أن يتكلم لكنه لايفعل خوفاً من أن يُجبر على العمل إن هو تكلم) . وفيما بعد اكتشف نوعان آخران من القردة العليا المشابهة للإنسان ، وهما الغوريلا والأنواع المختلفة من الجيبون . وكان الجيبون أصغر القردة العليا المشابهة للإنسان ، أما الثلاثة الآخرون – وهم الغوريلا والشمبانزى والأورانج أوتان – فيوضعون أحيانا فى سلة واحدة ويسمون " القردة العليا الكبرى " great apes .

وعندما كّون لينيوس الرتبة التى سماها **الرئيسات** ، كان يعرف مافيه الكفاية عن القردة العليا الشبيهة بالإنسان ، بحيث وجد نفسه مضطراً لإدراج الإنسان العاقل فى تلك الفصيلة برغم موافقته التامة على الوصف التوراتى لعملية الخلق. ويستفاد مما سمعناه عن الأورانج أوتان أنه بالغ فى تقدير شبهه للإنسان وإدراجه فى الجنس الإنسى أومو ، مثل الإنسى ساكن الكهوف. وكان هذا خطأ بطبيعة الحال .

والغوريلا أكبر الرئيسات الأحياء ، من حيث الحجم . فالغوريلا الذكر فى طول الإنسان تقريباً، وقد يصل وزنه إلى ٤٠٠ رطل (أما الأنثى فأصغر كثيراً) . والغوريلا هو الرئيس الوحيد الأكبر حجماً من الإنسان ، ولم يفُقْه حجما سوى الرئيس المنقرض " القرد العملاق " .

ومادمنا بصدد النظر فى بداية القردة المشابهة للإنسان والرئيسات ، **قد يكون الأفضل أن نلمّ بطريقة تقسيم تاريخ الأرض من زاوية الحفريات.**

تنقسم تلك الشرائح من تاريخ الأرض المتميزة بوجود بقايا وفيرة من الحفريات فى طبقات الصخور الرسوبية إلى ثلاثة أقسام كبرى ، أو الأحقاب ، وهى : الحُقب

الپاليوزوى أى العتيق (باليونانية : " الحياة العتيقة ") ، والحقب الميزوزوى أى الوسيط (باليونانية " الحياة الوسيطة ") والحُقب الكينوزوى أى الحديث ("الحياة الحديثة ") . ويشمل الپاليوزوى ، كما يدل اسمه ، الطبقات الأقدم والمدفونه عادة فى أعمق الأعماق . ويشمل الكينوزوى أحدث الطبقات عهدا وهى أيضًا أعلاها ترتيبًا ، والميزوزوى موضعه بين هذه وتلك . وتقع الخطوط الفاصلة فى الأماكن التى بها تغيير فجائى بقدر أو آخر فى طبيعة الحفريات الموجودة.

وسنهتم الآن بالكينوزوى، وهو أحدث الأزمنة ، ويغطى الـ ٦٥ مليون سنة الأخيرة من عمر الأرض.

ينقسم الكينوزوى سبعة أقسام أو فترات ويورد الجدول التالى المدة التى استغرقتها كل فترة منها، محسوبة بملايين السنين الماضية (م . س .م).

فترة الپاليوسين (" قديم الحديثة ")، ٦٥-٥٤ م س م .

» إيوسين (" فجر الحديثة ")، ٥٤-٣٨ م .س .م .

» أوليجوسين (" نزر من الحديثة ")، ٣٨-٢٦ م س م .

» ميوسين (" قليل من الحديثة")، ٢٦-٧ م س م .

» پليوسين (" مزيد من الحديثة ")، ٧-٢,٥ م س م .

» پليئستوسين ("معظم الحديثة ")، ٢,٥-٠,٠١ م س م .

» هولوسين (" الحديثة تماما ")، ١٠٠٠٠ سنة الأخيرة .

والهولوسين ، أحدث الفترات ، وهى الفترة التى نعيش فيها، تشمل الحضارة بكاملها ، ابتداء من اختراع الزراعة .

وفترة الپليئستوسين تشمل كل تاريخ الجنس الإنسى" أومو ".

ولتحرى بدايات القردة المشابهة للإنسان والرئيسات ، بوجه عام ، يجب الرجوع إلى ماوراء الپليوسين .

فى ١٩٣٤ عثر عالم الإحاثة الأمريكى ج . إدوارد **لويس** على بعض الأسنان وبعض قطع من فك فى رواسب قديمة بجبل سيواليك فى شمال الهند، كانت فى صخور أشد قدمًا من أن تزامن أشباه القردة الإفريقيين . كان عمر الحفريات يتجاوز ٧ ملايين سنة وبالتالى فإنها ترجع بالضرورة إلى الفترة المتأخرة من الميوسين .

ولم يكن لويس متـأكداً مما إذا كانت تلك الحفريات تخص شبه إنسـان أم لا . وإن كانت شبه إنسان ، فإنها أسبق وأكثر بدائية من أشباه القردة الإفريقيين ، لكن كان من الصعب جداً البتّ فى ذلك بناء على الأسنان فقط . فـأطلق على الحفرية اسم رامـابثيكس أى " قـرد رامـا غـيـر المذنب " ، وراما واحـد من أهم الآلهـة الهندوكيين فى الهند. وأطلق على بقايا مماثلة جدا اسم شيڤابثيكس ، وشيڤا إله هندى آخر.

وحفريات الرئيسات التى تشبـه القردة العليا أكثر مما تشبـه الكائنات البشرية تسمى پونچيد Pongids ، وربما كان الرامابثيكس شديد القرب من الخط الفاصل بين أشـبـاه الإنسـان والپـونچـيـد وربما كـان مكانه فى هـذا الجانب أو ذاك . ومـانـحن فى حاجة ماسة إليه هو عظام فخذ أو حوض لكى نعرف إن كان الرامابثيكس كان يسير منتصبا أم لا . وفى الوقت الحـاضـر يميل علمـاء الإحاثة إلى اعتـبـاره من الپونچيد ويشـتـبـهـون فى أن الرامـابـثيكس كـان يسـيـر على طريقة الغوريلا وليس على طريقـة الإنسـان، كمـا يظن أن من المحتمل أن الرامابثيكس والشيڤابثيكس ظهرا منذ نحو ١٤ مليون سنة .

وبينما كان لويس ليكى وزوجته مارى يقومان بالحفر على ضفاف بحيرة فيكتوريا فى شـرق إفريقيـا ، عثرا على عظام مخلوق كـان واضحـا أنه قـرد غير مذنب اندثر ، ولاجدال فى ذلك لأن فكيه وأسنانه كانت شديدة الشبه بفكى وأسنان قرد غير مذنب .

وقد اختـار "ليكى" له اسمـًا فيـه تكريم لشمپانزى فى حديقة حيوانات لندن كان يطلق عليه القنصل وكان محبوبـًا جداً من الجمهور . فسمى **ليكى** الاكتشـاف الجديد Proconsul أى " سـابق القنصل ". وفـى النهـاية عثـر على عـدد من عظام " سـابق القنصل " ، منها هيكل عظمى يكاد يكون كاملاً ، بحيث تسنى لعلماء الإحاثة أن يروا ما الجوانب التى كان أكثر بدائية فيها من القردة اللاذنبيين المعاصرين .

ويبـدو أن " سـابق القنصل "عضـو فى مـجـمـوعة أنواع من القردة غـيـر الذنبـيين البدائيين ، التى تنتمى كلهـا إلى نوع يسمـى الدرايوپثيكس (" قردة شـجر البلوط غير المذنبين ") بسبب العثور على الحفريات إلى جوار آثار غابات بلّوط قديمة.

ويبـدو أنه كانت هناك أنواع من الدرايوپثيكس متفـاوتة الحجم ، بعضـهـا لايتجاوز حجم القرد الصـغيـر وبعضـهـا يكاد يكون فى حـجم الـغوريلا ، ويبدو أن أقدم الأنواع نشأت منذ نحو ٢٥ مليون سنة ، أى بالتحديد فى بداية الميوسين.

ويبدو أن الدرايوپثيكس هو الجد المشترك للشمپانزى والغوريلا المعاصرين ، لكن السؤال هو : هل كان أيضًا سلفًا للرامابثيكس وأشباه الإنسان ؟ ليس بإمكاننا بعد الإجابة عن ذلك السؤال ، ولكن يبدو مؤكدا أن الدرايوپثيكس مرشح محتمل لأن يكون الجد الأعلى المشترك للقردة العليا (غير المذنبة) الكبيرة وللكائنات البشرية .

وفى نحو الزمن نفسه الذى عاش فيه الدريوپثيكس، توجد بقايا أحفورية تنسب إلى الپليوپثيكس Pliopithecus، الذى يمكن أن يكون الجد الأعلى للجيبون وهم أصغر القردة غير المذنبة (العليا) المشابهة للإنسان .

وإذا عدنا القهقرى إلى الأوليجوسين ، فإننا نجد بعض قطع صغيرة من الحفريات التى أطلق عليها اسم إيجبتوپثيكس (" القرد غير المذنب المصرى ") لأنها وجدت فى مصر . وربما نشأت منذ مايناهز ٤٠ مليون سنة فى الإيوسين المتأخر . ومن الممكن أن يمثل هو أو مايشبهه السلف العام للبشراويين – أى جميع الپونچيد وأشباه الإنسان .

وعلينا أن نتوغل أكثر فى الماضى إلى الإيوسين والپليوسين لنصل إلى حفريات الرئيسات شديدة البدائية التى أدت إلى نشوء الرتبة برمتها ، شاملة ليس فقط البشراويين ، بل كل أنواع القردة ومعها مجموعات من الحيوانات الأكثر بدائية من القردة التى مازالت أعضاء فى رتبة الرئيسات.

ومثال المخلوقات الأكثر بدائية من القردة ، الليمور ، الشائعون اليوم فى جزيرة مدغشقر ، قرب سواحل جنوب شرق إفريقيا . وهم أشبه بالسناجب منهم بالقردة فى المظهر ، لكنهم يشبهون القردة بما يكفى لإدراجهم فى رتبة الرئيسات . وقد ازدهر الليمور منذ حوالى ٥٠ مليون سنة فى الإيوسين المبكر ، ومنهم نشأت القردة والقردة العليا . والأكثر بدائية من الليمور "زبابة الأشجار" ، ولايصنفها ضمن الرئيسات إلا بعض علماء تصنيف الأحياء مع شىء من التردد . ويبدو أن لها ، بنفس القدر أو بقدر أكبر ، سمات مشتركة مع آكلى الحشرات مثل الزباب والقنافذ. ومن المحتمل جدًا أن أول الرئيسات فى الظهور كان يشبه فى مظهره زبابة الأشجار . وقد حدد عمر بعض الأسنان بأنها ترجع إلى الپاليوسين المبكر أى منذ ٦٠ مليون سنة ، وهى لمخلوق فى حجم الفأر على وجه التقريب . وأطلق عليه اسم پرجاتوريوس وربما كان (وهذا مجرد احتمال) قريبا من الجد الأكبر للرئيسات.

ولكن هناك ماهو أسبق من الكينوزوى ، وهو الميزوزوى ، ويمكننا تتبع عملية التطور فى هذا الزمان الأوغل فى القدم ، إذ ماأردنا الانتقال من مجموعة الرئيسات إلى مجموعة أوسع هى **طائفة الثدييات Mammalia**. وهذا مانتناوله فيما يلى .

- 8 -

الثدييات

إن رتبة الرئيسات واحدة من عشرين رتبة تنتمى كلها إلى طائفة الثدييات ، وكل أنواع الثدييات لها سمات مشتركة . فكل الثدييات لها شعر ؛ ولها حجاب حاجز ؛ وكلها فيما عدا قلة قليلة تلد أولادها أحياء ، عادة بمساعدة مشيمة ؛ ويتغذى الصغار باللبن ، الذى تفرزه الأم وتعطيه – عدا استثناءات قليلة جدا – من أثدائها .

ويندرج فى الثدييات (على سبيل التمثيل لا الحصر) : أكلة النمل، والقنافذ ، والخفافيش ، والأرانب ، والفئران ، والفقم ، والحيتان ، والقطط ، والكلاب ، والفيلة ، والخيل ، والماشية ، والأغنام والماعز ، والقردة، والكائنات البشرية بطبيعة الحال.

والواقع أنها مجموعة متنوعة ، معظمهم حيوانات برية ، لكن الحيتان والدرافيل تعيش دائماً فى الماء ، فى حين أن الخفافيش موطنها الهواء مثلها مثل الطيور . وأضخم الثدييات ، وهو الحوت الأزرق ، قد يبلغ طوله مائة قدم ، وقد يصل وزنه إلى ١٥٠ طنا وهو ليس فقط أضخم الثدييات ، إنه أضخم حيوان من أى نوع ، ليس الآن فقط ، بل فى كل الأزمنة . وإذا انصرف ذهنك إلى الديناصورات فاعلم أن الحوت الأزرق يزن ضعف وزن أثقل ديناصور عاش فى يوم من الأيام.

وتعانى أصغر الثدييات من عيب خطير ، لأن الثدييات ذات دم حارّ ويجب أن يحتفظوا بدرجات حرارة عالية (درجة الحرارة العادية لجسم الانسان هى ٩٨,٦ فهرنهايت) . وكلما صغر حجم الحيوان الثديى ، كان مسطح جسمه أكبر بالقياس إلى وزنه ، وزادت سرعة فقدانه الحرارة التى يستطيع توليدها . وأصغر الثدييات هو الزباب وهو صغير جداً لايتجاوز طوله بوصتين بما فيه الذَّنَب ، ويزن فقط جزءاً من خمسة عشر من الأوقية . فعليهم أن يواصلوا الأكل طوال فترة يقظتهم تقريباً كى يزودوا عمليات الأيض بالوقود بصفة مستمرة.

ونحن نظن أن الثدييات هى الآمرة الناهية فى الأرض ، وهى بالتأكيد أذكى الحيوانات غير أنها لاتنمو بغزارة.

إن الكائنات البشرية بخير بالتأكيد . ففى خلال فترة الهولوسين ، أى الـ ١٠٠٠٠ سنة من الحضارة ، زاد عدد البشر من ٤ ملايين إلى ٥٠٠٠ مليون، وهى

زيادة تبلغ ١٢٥٠ مثلاً. وحدثت أيضًا زيادة كبيرة فى أعداد الحيوانات الأليفة التى يحميها الإنسان ويستخدمها .

بيد أن الأرض لاتستطيع أن تتحمل هذه الأعداد الغفيرة من الحيوانات الحية ، وفى مقابل كل رطل إضافى من البشر ومن الحيوانات الأثيرة لديهم يجب أن يزول رطل من الحيوانات الأخرى الحية . فلا عجب إذن أن انقرضت بعض الثدييات الضخمة فى الهولوسين . وتشمل هذه الأخيرة الماموث والماستودون وهما نوعان من الفيلة ، والدب الكسلان الأرضى الذى كان يقطن أمريكا الجنوبية ، والأيّل الكبير الإيرلندى، صاحب أضخم قرون امتلكها أى غزال عاش على ظهر الأرض ، ودب المغارات ، والأوروكس الذى كان الجد البرى للماشية ، وهلم جرا .

ويدور بعض الجدل حول ماإذا كانت تلك الحيوانات اختفت نتيجة لاصطياد البشر إياها حتى إفنائها ، أو نتيجة لتغيرات مناخية.

ورأيى (باعتبارى لست خبيرًا) أن من السخف المجادلة فى ذلك . فالكائنات البشرية هى المسئولة طبعًا . وحتى لو لم يكن البشر نشطوا فى صيدها حتى إفنائها وأنا أراهن أنهم فعلوا ذلك، فإن تلك الحيوانات شغلت بالتدريج كل الحيز الصالح للحياة . والثدييات الكبرى معرضة للخطر فى مثل هذه الظروف ، فهى تحتاج إلى مقادير كبيرة من الغذاء ومن ثَمّ إلى حيز كبير لتجد فيه غذاءها . وعددها صغير نسبيًا فى أحسن الفروض ، وهى تنمو ببطء وتنجب قليلاً وفى فترات متباعدة نسبيًا . وبالتالى فكثرة الوفيات فى صفوف الثدييات الكبيرة تستنزفها كنوع بقدر أكبر كثيراً مما يحدثه نفس العد من الوفيات فى صفوف أنواع أصغر حجمًا وأوفر نسلاً.

وحتى الثدييات الكبرى التى لم تنقرض بعد والتى أخذت الإنسانية مؤخرًا تسعى لحمايتها ، تواجه مع ذلك ظروفا عصيبة فالحَيّز الذى تعيش فيه انكمش كثيراً وهى معرضة للانقراض فى المستقبل القريب.

غير أن كل هذا لايعنى أن نهاية الثدييات قريبة لامحالة . فالثدييات الصغيرة مازالت متماسكة . ولننظر إلى الفئران التى تحاربها البشرية بلا هوادة .إن الفأر على مايرام ، يعيش فى الزوايا المظلمة للأماكن التى نحيا فيها، يتغذى على مايستطيع سرقته من غذائنا، وينجب فئرانًا جديدة بنفس السرعة التى تقتل بها الفئران الكبيرة.

وكان الأمر على خلاف ذلك فى البليوسين ، فعندما بدأ أشباه القردة الإفريقيون يظهرون ولم يكن أشباه الإنسان بعد عاملا ذا بال ، ملأت الثدييات الكبرى الكرة

الأرضية . وقبل ذلك ، فى الإيوسين ، ساد نوع من العصر الذهبى للثدييات الضخمة ، فازدهرت حينذاك التيتانوثيرTitanotheres (البهائم العملاقة) فيما بين ٥٠و٥٣ مليون سنة مضت ، وهى عاشبات كبيرة ذات أظلاف ، صغيرة المخ ، وفى أحيان كثيرة تنبت فوق رؤسها قرون قبيحة المنظر ، ولايمكن اعتبارها مخلوقات معيبة إذ إنها دامت مالايقل عن ١٥ مليون سنة ، ولكنها انقرضت فعلا فى منتصف الأوليجوسين ، فيما بين ٣٠ و ٤٠ مليون سنة مضت .

وهذه واحدة من " الانقراضات الجماعية " التى تحدث على الأرض من وقت لآخر ، وتكون بالغة العنف أحيانا . ويتجادل علماء الإحاثة بشدة حول الموضوع ، سعيا وراء معرفة أسبابه ، وسأناقش الموضوع بشىء من التفصيل فى موضع لاحق من الكتاب . أما الانقراض الذى حدث فى الأوليجوسين ، فربما حدث لأن أعشاباً غليظة أخذت فى الانتشار ، ويحتمل أن حيوانات التيتانوثير لم يكن لديها نوع من الأسنان اللازمة لأكل تلك الأعشاب ولم ينبت لها لسبب ما ذلك النوع الأسنان . أو ربما افترستها آكلات اللحوم التى أخذ مخها يزداد حجماً ولم يكن لدى التيتان الغبية ماتدفع به شرهم . والاحتمال الآخر هو حدوث كارثة أشد هولا ، كما سنرى.

وأضخم جميع الحيوانات البرية التى عاشت فى يوم من الأيام هو "البالوتشيثريوم" ("وحش بالوخستان ") ، وقد اكتشف بقاياه الأحفورية عالم الحيوان الأمريكى روى تشايمان **أندروز** (١٨٨٤-١٩٦٠) فى بالوخستان (فى باكستان حاليا) سنة ١٩٠٧

كان البالوتشيثريوم خرتيتا بلا قرن يبلغ ارتفاعه ١٨ قدما (٥,٤ متر) لغاية الكتف ، بحيث كان كتفاه مرتفعين عن سطح الأرض قدر ارتفاع زرافة طويلة . وكان ارتفاع رأس البالوتشيثريوم عند رفعها إلى أعلى يمكن أن يصل إلى ٢٦ قدما من سطح الأرض ، ويمكن أن يصل وزنه إلى ٣٠ طناً أى ثلاثة أمثال وزن أضخم فيل إفريقى وجد على الإطلاق.

فلماذا أصبحت الثدييات بهذه الضخامة فى الإيوسين والأوليجوسين ؟ لقد كانت أصغر بكثير من قبل وأمست أصغر بعض الشىء بعد ذلك. إن الرد ليس معضلة.

لقد ظلت المناطق اليابسة من الكرة الأرضية قبل حقب الكينوزوى (الذى يسمى أحياناً حين الثدييات) ، تسيطر عليها زواحف عملاقة . بل كان بعض تلك الزواحف أعظم حجما من أضخم الثدييات التى أنتجها الكينوزوى المتأخر على الإطلاق ، وطالما بقيت هذه الزواحف ، لم يكن بمقدور الثدييات أن تبلغ أحجاما كبيرة إذ كان مآلها

الرابع	٥ م س ق *	الهولوسين
		البليستوسين
		البليوسين
الثالث	١٠ م س ق	
	١٥ م س ق	الميوسين
	٢٠ م س ق	
	٢٥ م س ق	
	٣٠ م س ق	الأوليجوسين
	٣٥ م س ق	
	٤٠ م س ق	
	٤٥ م س ق	الإيوسين
	٥٠ م س ق	
	٥٥ م س ق	
	٦٠ م س ق	الباليوسين

الرئيسات

الإنسان القردي الجنوبي
٤-٦ م س ق
خط فاصل

14,000,000
راما بثيكس
شيفا بثيكس

(سابق القنص)
الدريو بثيكس
البليثو بثيكس

الاجيبتو بثيكس

الليمور

زبابة الأشجار

البورجاتوريوس

الثدييات أخرى

البهائم العملاقة: تيتانوثيرس

العصر الذهبي للديناصورات الضخمة

الكنغر

الجرابيات (الكيسيات)

الإنسان القردي الجنوبي

البليوبثيكس

سابق القنص

البالوثيريوم

الليمور

زبابة الأشجار

البورجاتوريوس

الكنغر

أن تغزو المناطق ذات البيئة الملائمة التى تحتلها الزواحف فتقتلها هذه الأخيرة ، وكان السبيل الوحيد أمام الثدييات كى تعمّر هو أن تكون صغيرة وكثيرة الإنسال . وباختصار كان السبيل الوحيد لبقاء الثدييات هو أن تحرص على ألا تشعر بها ، قدر الإمكان ، الزواحف المسيطرة .

غير أنه منذ حوالى ٦٥ مليون سنة انقرضت الزواحف الكبرى وأنواع كثيرة أخرى من الكائنات فى واحدة من فورات الانقراض الجماعى الكبرى .

وأيا كانت أسباب هذه " المقتلة الجماعية " كما تسمى أحيانًا ، فإنه ترتب عليها ترك مساحات شاسعة ذات بيئة ملائمة شاغرةً. وإذا حدث أن كبر حجم أحد الثدييات ، فإنه لم تكن هناك زواحف عملاقة يحسن عدم لفت انتباهها غير المرغوب ، وغدا الحيوان الثديى أكثر أمنا من عدوان ثدييات أخرى . لذلك فإن زيادة حجم الثدييات أمسى فجأة عونًا على البقاء بدلاً من أن يكون كما فى السابق نذيراً بالموت.

ومن ثم انتشرت الثدييات سريعًا فى كل الاتجاهات (" الإشعاع التطورى ") لشغل شتى الأصقاع الملائمة بيئيًا التى كانت تحتلها الكائنات التى اختفت من الوجود. واحتلت أكبر الثدييات الُصقع ذا البيئة الملائمة الذى شغلته كبريات الزواحف من قبل ، رغم أن أيًا منها لم يبلغ أبداً الحجم الذى كانت قد بلغته أضخم الزواحف.

ومع ذلك أندثرت هذه الثدييات الكبيرة فى نهاية المطاف . كانت الثدييات أذكى كثيراً من الزواحف ، ومع تقدم الكينوزوى تحّرك تطور الثدييات فى اتجاه زيادة الذكاء وليس زيادة الحجم ، إذ ثبت أن ذلك أكثر فعالية فى ضمان البقاء.

والشعور السائد الآن لدى بعض التطوريين أن التطور مضى، ويمضى شديداً للغاية فى الشق الأعظم من تاريخ وجود الحياة على الأرض. فالكائنات الحية تتواءم مع نمط ما من الحياة، ومع بيئة معينة، ثم لاتتغير. غير أن شيئًا ما قد يحدث من وقت لآخر يجلب معه عمليات انقراض ضخمة. وبعد ذلك ، فيما الأرض خالية نسبيًا من الحياة ، وكثير من الأصقاع ذات البيئة الملائمة غير مسكونة بتاتًا ، تتاح للكائنات الحية التى تكون قد أفلتت من الانقراض فرصة التمدد والانتشار فتنمو سريعًا لشغل الأصقاع الخالية ذات البيئة الملائمة .

فلو أن الزواحف العملاقة لم تفْنَ لكان من المحتمل ألا تتوافر أبداً للثدييات فرصة الانتشار فى كل صنوف الاتجاهات وألا نكون نحن هنا . وبالمثل ، إذا نجحنا فى قتل

أنفسنا مع كثير من الكائنات الحية الأخرى ولكننا تركنا الأرض صالحة لحياة بعض الأنواع الباقية على قيد الحياة ، سوف يحدث إشعاع تطورى آخر بين أولئك الباقين ، وفى غضون ١٠-٢٠ مليون سنة سوف يكون هناك ، من جديد ، تنوع من الكائنات الحية على أساس مختلف كل الاختلاف وبنتائج يستحيل التنبؤ بها على الإطلاق.

وقبل الكينوزوى ، " حين الثدييات "، كان الميزوزوى ، " حين الزواحف " . وبينما استمر الكينوزوى حقبة امتدت من ٦٥ مليون سنة قبل الوقت الحاضر (تذكّر : م س م) إلى الوقت الحاضر ومجموعها ٦٥ مليون سنة ، دام الميزوزوى من ٢٢٥ م س م إلى ٦٥ م س م ، أى مدة مجموعها ١٦٠ مليون سنة ، وبعبارة أخرى دام نحو مرتين ونصف المدة التى دامها الكينوزوى، لكن الكينوزوى مازال مستمرا ، بطبيعة الحال.

وينقسم الميزوزوى إلى ثلاثة عصور ، آخرها هو "عصر الطباشيرى"، واسمه بالانجليزية مشتق من كلمة لاتينية تعنى " طباشيرى" ، لأن الطباشير سمة مميزة لصخور كثيرة ولدت فى تلك الفترة - مثل أجراف ضوڤر البيضاء الشهيرة . ودام الطباشيرى من ١٣٥ م س م إلى ٦٥ م س م أى مدة مجموعها ٧٠ مليون سنة ، والطباشيرى فى حد ذاته أطول من حقب الكينوزوى برمته.

وقبل الطباشيرى جاء عصر الچوراوى ، وهو يستمد اسمه من جبال الچورا الواقعة على حدود فرنسا وسويسرا ، وتمت فيها دراسة أول الصخور المنسوبة إلى تلك الفترة ، ويمتد الچوراوى من ١٩٠ م س م إلى ١٣٥ م س م أى مدة ٥٥ مليون سنة.

وأخيراً لدينا أقدم جزء فى الميزوزوى وهو "عصر الترياسى" من الكلمة اللاتينية التى تعنى " ثلاثة " لأن الصخور التى درست فى بادىء الأمر والراجعة إلى تلك الفترة كانت تتألف من ثلاث طبقات . وقد استمر من ٢٢٥ م س م إلى ١٩٠م س م أى مدة ٣٥ مليون سنة .

وإذا كنا نرجع الثدييات إلى الطباشيرى ، فليس هناك علامة تشير إلى الوحوش التى ظهرت لاحقاً . إنها مجرد مخلوقات صغيرة ، مغمورة ، وغير مهمة فيما يبدو ، ومن بينها المخلوقات التى سوف تأتى منها الرئيسات الأولى فى نهاية المطاف .

وجميع الثدييات التى ذكرتها إلى الآن ثدييات ذات مشيمة (اسمها العلمى مشتق من كلمتين يونانيتين معناهما " بهائم بمعنى الكلمة "). وهى الشكل الغالب من الثدييات وعاشت طوال الكينوزوى . والثدييات المشيمية تنجب صغارها بمساعدة مشيمة ، وهى جسم معقد يسمح بانسياب الغذاء من مجرى دم الأم إلى مجرىِ دم الجنين وبانسياب الفضلات فى الاتجاه العكسى . (غير أنه لايوجد اتصال مباشر بين مجرىَ الدم.)

وهذا يسمح للجنين بأن يظل داخل جسم الأم مدة طويلة (تسعة شهور فى حالة الإنسان وسنتين فى حالة الفيل) وبأن يولد فى حالة متقدمة نسبياً .

وقد ظهرت الثدييات ذات المشيمة إلى حيز الوجود قرب نهاية الطباشيرى ، وكانت كائنات صغيرة تعيش على الأرجح على غذاء من الحشرات .

بيد أنه توجد ثدييات لامشيمية لها جهاز إنجابى أبسط. فالصغار يولدون أحياء ولكن مبتسرين جدا بالقياس إلى المعايير المشيمية ، وعليهم أن يزحفوا من مهبل الأم إلى جيب أو جراب أو كيس على بطنها ، وبداخل الجيب حلمات يغتذى الصغار (أجنة فى الواقع) بواسطتها لبنا إلى أن يصبحوا قادرين على أن يحيوا حياة مستقلة . وهذه الثدييات يقال لها جرابيات (اسمها العلمى مشتق من كلمة لاتينية معناها " جراب ").

وقد نشأت الجرابيات فى نفس الوقت الذى نشأت فيه المشيميات على وجه التقريب ، أى منذ نحو ٧٥ إلى ٨٠ مليون سنة مضت ، قرب نهاية الطباشيرى . وفى مجرى التطور المتألق الذى مرت به الثدييات بعد اختفاء الزواحف الكبرى ، أنتجت الجرابيات أيضًا بهائم كبيرة ، بعضها فى حجم الفيلة . وتطورت الجرابيات على الأغلب فى الجزء الجنوبى من كتل اليابسة الموجودة فى تلك الأزمنة ، بينما تطورت المشيميات فى الجزء الشمالى منها .

ومع ذلك ففى الجملة لم تنجح الجرابيات فى الوقوف فى وجه المشيميات على قدم الندبة الكاملة عندما عاش الفصيلان فى مناطق واحدة . وعندما شقت الثدييات المشيمية طريقها جنوباً فنيت الجرابيات .

وظلت الجرابيات سائدة فقط فى أستراليا وبعض الجزر المجاورة ، ولكن يبدو أن هذا لم يحدث إلا لأن الحيوانات المشيمية التى يفترض أنها كانت موجودة فى آسيا لم تستطع عبورالمسطحات المائية الواسعة الموصلة إلى المناطق الأسترالية . لقد استطاعت ذلك الخفافيش طبعًا ، واستطاع الإنسان فى النهاية مصطحبا الكلب . وعندما وصل المستوطنون الأوروبيون إلى أستراليا قرب نهاية القرن الثامن عشر ، جلبوا معهم حيوانات، مشيمية أخرى، وعدد الجرابيات آخذ الآن فى الاضمحلال حتى فى أستراليا .

وأكبر الجرابيات التى مازالت تعيش وأكثرها شهرة هو الكنغر الأحمر الذى يمكن أن يضاهى الإنسان حجمًا ووزنًا . وفى القارات الأمريكية توجد فصائل متنوعة من الأپوسوم الصغير وهى الجرابيات الوحيدة التى تعيش خارج المناطق الأسترالية . وهى مزدهرة برغم منافسة المشيميات ، ويرجع ذلك جزئيًا إلى شدة خصوبتها .

وهناك جد أعلى مشترك لكلا المشيميات والجرابيات ، وهى مجموعة يطلق عليها بانتوثريا (من كلمتين يونانيتين ،معناهما " جميع الحيوانات " ، لأنه يحتمل أن تكون جميع الثدييات عمليًا قد انحدرت منها) . وتوجد آثارها الأحفورية فى الچوراوى ، ربما منذ ١٥٠ مليون سنة ، وأفضل نموذج لها عثر عليه ، هو حيوان نطاط صغير له فيما يبدو جهاز إنسال بدائى من النوع الجرابى . للذلك قد يبدو ، ولاعجب، أن الجرابية أقدم من المشيمية.

وكانت هناك ثدييات أقدم وأقل تقدما مازال يوجد منهابعض الأحياء حتى اليوم وهذه تشمل الپلاتيبوس منقار البطة وقنفذ النمل ، وموطنها الأصلى أستراليا وغينيا الجديدة . وهما مشعران وينتجان لبنًا ومن ثم فهما ثدييات بالتأكيد ، ولكنهما ليسا من نوى الدم الحار على وجه التمام إذ إن حرارة جسميهما من الداخل تتغير بقدر أكبر مما هو حال الثدييات الأخرى .

لكن أغرب ما فى هذه الثدييات هو أنها تبيض بيضا شديد الشبه بما تبيضه الزواحف . (وقد رفض علماء الأحياء الأوروبيون أن يصدقوا هذا عندما بلغتهم الأنباء فى بادىء الأمر) . كما أن للهياكل العظمية لهذه الثدييات بعضا من خصائص الزواحف .

وتسمى الثدييات مونوتريم (من كلمتين لاتينيتين معناهما " ثقب واحد ") ، إذ بدلاً منصن أن تكون لها فتحة واحدة للتبرز وفتحة ثانية للتبول ، وفى حالة الإناث فتحة ثالثة للولادة (كما هو الحال بالنسبة لكل الثدييات الأخرى) فإن لهذه الحيوانات الثديية فتحة واحدة فقط ، كما هو الحال بالنسبة للزواحف والطيور ، للتبرز والتبول والمبيض.

وربما ظهرت أقدم الثدييات وأكثرها بدائية فى الترياسى منذ نحو مائتى مليون سنة، ولم يكن يتجاوز حجمها حجم الفئران والزبابات ، وكانت تبيض بالتأكيد . ومن ثم ظلت الثدييات ، طوال الثلثين الأولين من مدة وجودها ، مخلوقات تافهة إلى درجة أن علماء الحيوان (لو أن أحداً منهم وجد فى الميزوزوى) ماكانوا ليضيعوا وقتهم فى مجرد كتابة حاشية بشأنها .

وبطبيعة الحال كان لابد أن تأتى " الفئران " ، طليعة الثدييات فى الترياسى ، من مصدر ما ، ولكن قبل بأن نقتفى أثرها رجوعًا إلى ماض أبعد ، يهمنا أن نوضح أن الثدييات ليست الحيوانات الوحيدة ذات الدم الحار . فهناك مجموعة أخرى ، هى الطيور ، أحَر دما فى الجملة من الثدييات وإن بقدر ضئيل . وبما أن أبرز مافى الطيور (على الأقل لعيوننا الحاسدة) هو قدرتها على الطيران ، وبما أنى تناولت بدايات طيران الإنسان فى صدر الكتاب ، فلننظر فيما يلى فى بدايات طيران الحيوانات.

- 9 -

طيران الحيوانات

نمت للحيوانات ، فى أربع مناسبات مختلفة ، قدرة الطيران فى الجو ، وفى كل مرة تكيفت أجسامها تحقيقا للغرض بطرق مختلفة اختلافاً طفيفاً .

وكان أحدث تطور أفضى إلى طيران الحيوانات يخص الخفافيش ، وهم الفريق الوحيد من الثدييات القادر على الطيران بمعنى الكلمة . والخفافيش ، مثل الثدييات بصورة عامة، مكسوة شعرا ، وتحمل صغارها أحياء بواسطة مشيمة ، وترضع صغارها لبنا . وفى قدميها الأماميتين أصابع عظمية طويلة يتمدد عليها غشاء رفيع يتمدد فى أحيان كثيرة إلى الخلف ليشمل أيضًا عظام الساقين . والقدمان طليقتان ويستطيع الخفاش استخدامهما فى الزحف (بمعاونة جناحين مطويين يؤديان مهمة ذراعين ثقيلى الحركة) عند الاقتضاء . ويستطيع الخفاش أيضًا أن يتدلّى من فرع شجرة بواسطة قدميه ، كما أن الإبهام المخلبى فى كل من اليدين يظل طليقًا أيضًا. والرتبة التى تنتمى إليها الخفافيش تسمى كيروبتيرا (كلمة يونانية تعنى: " أجنحة يدوية " ، وأسباب التسمية ظاهرة).

والخفافيش فريق ناجح من الحيوانات ، ويوجد منها ٩٠٠ نوع منتشرة فى العالم أجمع ، بفضل قدرتها على الطيران . والخفافيش الصغيرة تأكل الحشرات والكبيرة تأكل الفواكه وهى تميل لأن تكون حيوانات ليلية ولاتستخدم عيونها لصيد الحشرات فى الظلام ، بل تستخدم أذنها . ذلك أنها تطلق صريراً حاداً قصيراً ، فوق صوتى ، فى معظم الأحيان ، أى أن ذبذتها أعلى من أن تلتقطها أذن الإنسان ، وتتلقى الصدى . ومن الاتجاه الذى يأتى منه الصدى والزمن الذى يستغرقه الصدى فى عودته يستطيع الخفاش أن يكتشف حشرة أو عقبة ، وموقعها بالوضوح الذى نراها به بأعيننا .

فى أثناء الحرب العالمية الأولى ، عمل عالم الفيزياء الفرنسى پول **لانچڤان** (١٨٧٢-١٩٤٦) على اختراع جهاز لكشف الغواصات بواسطة إطلاق حزَم من الموجات فوق الصوتية . وأدخلت على الجهاز تحسينات فى نهاية المطاف وسمى صونار Sonar أو Echolocation أى تحديد الموقع بالصدى . لكن الخفافيش كانت تملك هذا النظام الدقيق مصنوعا بطريقة دقيقة قبل أن نصنعه بملايين السنين .

إن الخفافيش مخلوقات صغيرة . وأكبر خفاش معروف آكل فواكه وموجود فى إندونيسيا . وقد يبلغ حجمه ١٦ بوصة (٤٠ سنتيمترا) من الأنف إلى الذيل وعرض جناحيه مفرودين يقرب من ٦ أقدام (١,٨ متر). ويتكون معظم جسمه من أغشية ومجموع وزنه لايبلغ رطلين (٠,٩ كيلو جرام) . وأصغر نوع من الخفاش يزن أقل من أوقية .

ولاعجب فى هذا. فالهواء وسط لايساعد كثيراً على الطفو ، ولابد من تعريض مساحة كافية من الجناحين للهواء للحصول على خاصية رفع كافية ، وبذل مجهود عضلى كبير لشق الطريق إلى أعلى بتحريك ذينك الجناحين . وكلما كبر حجم الجسم ، زادت كتلته بسرعة ولزم أن يصبح الجناحان أطول فأطول بالقياس إليه . وعند وزن معين غير كبير جدا ، يغدو الطيران باستخدام عضلات الجسم محالا.

وكان المعتقد أن عضلات الإنسان مثلا غير قوية بما يكفى لإبقاء جسم الإنسان فى الهواء ، بغض النظر عن مساحة الجناحين المربوطين به . غير أنه دُفعت مؤخرا إلى الهواء طائرة شراعية خفيفة جدا ذات جناحين عاليى الكفاءة ، وذلك عبر أضيق جزء من القناة الإنجليزية (بحر المانش - م) عن طريق استخدام بدّالى دراجة يديران مروحة . غير أن الجهاز ارتفع فقط وبصعوبة فوق سطح الماء ، ولم يفعل ذلك إلا بصعوبة عبر البحر وكان بيانا عمليا لإمكان عمل ذلك ، أكثر منه دليلا على كونه شيئًا عمليا أو حتى نافعا.

ولايتصور طبعا أن يطير حصان بفضل جناحين وبالقوة العضلية وحدها وبيجازس [1] لايعدو كونه خرافة . وكون الطائرات الثقيلة التى تزن عدة أطنان تستطيع الطيران بسهولة يستند إلى أنها لاتدار بالعضلات بل بمحركات تنتج طاقة أكبر كثيراً مما تستطيعه العضلات.

إن الإحاثيين لم يتمكنوا إلى اليوم من التوصل إلى معرفة كيف بدأ الخفاش يطير . فأقدم الحفريات التى توجد دلائل واضحة على أن أصلها خفافيش ترجع إلى نحو ٤٥ مليون سنة وتنتمى إلى الإيوسين ، لكن الأجنحة كانت فى ذلك الوقت كاملة النمو ، وليس لدينا بعد أدلة على كُنه المراحل السابقة .

ويمكننا أن نفترض أنه كانت هناك بالضرورة مرحلة أولية تكونت فيها الأغشية ولكن لم يكن من المستطاع استخدامها إلا للتحليق . وعلى كلٍّ هناك ثدييات تحلق ، وربما كان أشهرها السنجاب الطائر . فباستطاعته أن يبسط كلَّ سيقانه الأربعة فيتحول الحيوان بفضل جلده الغشائى الفضفاض إلى مايشبه الطائرة الورقية الحية ،

(١) حصان مجنّح فى الأساطير اليونانية يفجر ينبوعًا من المياه - بركلة من حافره - فى أحد الجبال (م).

ويستطيع التحليق مسافات طويلة ، لكنه ليس طيرانًا بمعنى الكلمة لأن الحيوان لايستطيع الارتفاع فى الجو كما يشاء .

وهناك أيضا الليمور (وهى رئيسات بدائية) والفلنجر [1] (وهى جرابيات) ، ويمكنها التحليق بنفس الطريقة . وهناك عظاءات (سحال) تستطيع التحليق مستعينة بأقدام جلدية مددة ، وأسماك طائرة تستطيع ا لتحليق فى الهواء بواسطة زعانف مكبّرة .

وإذا تركنا كل هذا جانبا ، فإن الطيور خير من يطير . وبما أنها تطير فهى فى الجملة مخلوقات صغيرة ويمكنها بسهولة فقدان حرارة جسمها. وبما أن الطيران نشاط يستنفد طاقة ضخمة، فيجب أن يحتفظ جسمها بدرجة حرارة تزيد قليلا عن حرارة الثدييات.

ولكى تحتفظ الطيور بدرجة حرارة عالية فى مواجهة ميلها إلى فقدان الحرارة ، يجب عليها أن تحافظ على الحرارة ولهذا لديها ريش . والريش جهاز عازل أكثر كفاءة من الشعر ولاينمو إلا للطيور . فلا يوجد جسم ليس طيرا أنتج ريشا فى يوم من الأيام، فى حدود علمنا، وليست هناك طيور مجردة تماما من الريش.

والعظام التى فى أجنحة الطير ملتحمة ببعضها البعض ، خلافا لعظام أجنحة الخفاش . وأجنحة الريش الطويلة القوية هى التى تتيح للطيور بَسْط مسطّح فى الهواء وتجعل الطيران ممكنًا، وليست الأغشية كما هو حال الخفافيش.

وقد نشأت الطيور، مثل الثدييات، فى الميزوزوى، وقت أن كانت الزواحف هى السائدة . والطيور من بعض الوجوه أكثر من الثدييات قربا إلى الزواحف . ولم تطور الطيور مخا كبيراً كما فعلت الثدييات . وهى تبيض مثل الزواحف ، وهياكلها العظمية أقرب من هياكل الثدييات شبها بهياكل الزواحف .

وأكبر الطيور القادرة على الطيران لاتزن على الأرجح أكثر من ٤٠ رطلاً (١٨ كيلو جراما) . ومع ذلك فهذا الوزن عشرون مِثْلاً وزن أكبر خفاش ويشهد على قوة العضلات التى تستخدمها الطيور فى الطيران وكفاءة جهاز طيرانها . وتملك بعض طيور القَطْرس ، وهى من أثقل الطيور القادرة على الطيران وزنا ، بسطة جناح قد تصل إلى ١٠ أقدام (٣ أمتار).

وأصغر طير هو الطائر الطنان ويقل وزنه عن عُشر أوقية (٢ جرام) وهو أصغر حجمًا من عدة أنواع من الحشرات الكبيرة . والطائر الطنان فى حجم أصغر زبابة ،

(١) حيوان أسترالى فى حجم القط الصغير (م).

وهذا الحجم فيما يبدو أصغر حجم يمكن أن يبلغه أى كائن ذى دم حار- ومع ذلك يحتاج الطائر الطنان إلى الاغتذاء باستمرار.

عندما كانت الزواحف الكبرى مسيطرة على اليابسة، كانت الطيور - بحكم قدرتها على الطيران والإفلات من فكّ الزواحف- أكثر أمانا مما كانت عليه الثدييات الأولى. كان بوسعها أن تنمو حجماً، وكذلك وبمجرد أن أجهزت موجة الموت الجماعى الكبرى فى نهاية الطباشيرى على الزواحف الكبرى ، ظهر اتجاه لدى الطيور، وكذلك لدى الثدييات ، لبلوغ أحجام هائلة وملء الفضاء ذى البيئة المناسبة الذى كانت تحتله الزواحف.

ولم يكن باستطاعة الطيور الكبيرة حقا أن تطير، ولم تكن بها حاجة إلى عضلات قوية فى أجنحتها. ففى الطيور الطائرة يكون لعظمة الصدر جؤجؤ تربط به عضلات الجناح ربطاً وثيقا. أما فى الطيور غير الطائرة كبيرة الحجم فلا وجود لهذا الجؤجؤ وتكون عظمة الصدر مفلطحة مثل الرمث. لذلك تسمى تلك الطيور الكبيرة "الدوارج" (١) (وبالإنجليزية ratites من كلمة لاتينية معناها: " رمث ") .

وقد ازدهرت "الدوارج" على الجزر بوجه خاص. فمن جهة، كان هناك لدى طيور الجزر ميل إلى فقدان قدرتها على الطيران ، إذ إن محاولة الطيران فوق الجزر كانت محفوفة دائما بخطر أن تدفعها الرياح إلى البحر. ثانيًا كان بوسع الطيور الصغيرة التى انحدرت منها الدوارج أن تبلغ الجزر بالطيران إليها ، بينما كانت الثدييات بوجه عام لاتستطيع الوصول إليها. ومن ثم يفترض وجود فترة زمنية استطاعت الطيور الكبيرة أن تنمو خلالها دون أن تزاحمها الثدييات الكبيرة التى ظلت تشكل تهديدا خطيراً لها .

وأكبر دارج لايزال حيًا هو النعام الذى قد يبلغ ارتفاعه ٩ أقدام (٢,٧٥ متر) ووزنه ٣٠٠ رطل (١٣٥كيلو جراماً) فى بعض الأحيان . لكن الأطول منه كان المُوا Moa العملاق من نيوزيلندا، تلك الجزيرة التى لم تطأها ثدييات عدا الخفافيش، إلى أن جلبها إليها البشر، وقد دأب أهل البلد الأصليون "الماورى" على صيد الموا العملاقة حتى قضوا عليه خلال السنوات ١٦٠٠ , وكان لطير الموا عنق طويل يصل ارتفاعه إلى ١٣ قدمًا (٤أمتار) وكان يزن نحو ٥٠٠ رطل (٢٢٥ كيلو جرام) .

(١) لأنها تمشى (من درج) (م).

بل هناك طائر أثقل وزنًا هو الآيبيورنيس (من كلمتين يونانيتين، معناهما: " الطائر السامق ") من مدغشقر. كان ارتفاعه ١٠ أقدام (٣ أمتار) فقط ، ولكن كان منه نموذج ربما وصل وزنه إلى ١٠٠٠ رطل (٤٥٠ كيلو جرام). وربما عَمَر حتى الأزمنة التاريخية ، لأن بعض الناس يعتقدون أنه هو الذى أوحى بذكر الرُخّ ، ذلك الطائر المحلق العملاق الذى ورد ذكره فى قصص السندباد بألف ليلة وليلة.

وإذا غصنا رجوعًا فى سلم الزمن، وجدنا أقدم حفرية لدينا لطائر له عظمة صدر بجؤجؤ ، وهو الإختيورنيس (من كلمة يونانية معناها " الطائر السمكى "، لأنه كان يظن أنه يتغذى سمكا) . ويرجع تاريخه إلى أواخر الطباشيرى، أى منذ نحو ٧٠ مليون سنة ، وله خصائص زواحفية لافتة. فمثلا كانت له أسنان صغيرة فى منقاره ، فى حين أن الطيور الحديثة ليس لأى منها أسنان .

أما الطيور السابقة على الإختيورنيس فيحتمل أنها لم يكن لها جؤجؤ وأن عضلات الطيران لديها كانت ضعيفة نسبيا ؛ ربما كان بوسعها أن ترفرف تفاديًا للخطر، لكنها لم تكن قادرة حقا على الطيران المتصل .

فى تلك الظروف لايبدو أن التخلى عن الأجنحة كان يشكل تضحية جسيمة. ولدى الحيوانات البرية اتجاه دائم إلى الاعتياد على العيش فى البحار، إذ إن البحر إجمالا أغنى من اليابسة بأسباب الحياة . وإلى جانب هذا فإن تعويمية الماء تجعل الحياة فيه أيسر، إذ لاحاجة بالكائن الحى إلى مقاومة الجاذبية طوال الوقت ، كما أن درجة الحرارة فيه أكثر استواء ولاتكون بالسخونة والبرودة التى يمكن أن تصل إليها اليابسة .

وبالتالى تحول عدد كبير من ثدييات اليابسة إلى العيش فى البحر بقدر أو آخر ، مثل الحوت وبقرة البحر والفقمة وكلب البحر وغيرها . وهناك . أيضا السلحفاة البحرية وثعبان الماء . وفى عالم الطيور حوّل البطريق جناحيه إلى مجدافين ولم يعد بإمكانه أن يطير لكنه سباح ماهر .

وربما يكون من دواعى الاستغراب إلى حد ما أن طائرا فعل ذلك من قبل منذ نحو ٧٠ مليون سنة ، بل فعل ذلك إلى مدى أبعد مما فعل البطريق ، وهذا الطائر هو الـ" هسپيرورنيس " (تعنى باليونانية: " الطائر الغربى " لأن حفرياته عثر عليها فى القارتين الأمريكتين). وكانت له هو الآخر أسنان ولكن لم يكن له جؤجؤ على عظمة الصدر . وكانت له فقط بقايا ضامرة من الجناحين ويندفع فى الماء بقدميه الكبيرتين.

كان الحجم كبيراً بعض الشيء بالنسبة لطير، ربما بلغ طوله خمسة أقدام ، لكن المخلوق البحرى يكاد يكون دائما أكبر حجمًا من مخلوق من نفس النوع يعيش على اليابسة . وتعويمية الماء تعنى أنه ليس لزامًا على الكائن الحى أن يدفع، كثمن لكبر حجمه، احتياجه إلى المزيد من العضلات لمساعدة جسمه على مقارمة الجاذبية . لذلك يكون الأمن المستمد من كبر الحجم والقوة أمرا مرغوبا فيه جدا . (وهذا هو السبب فى أن حجم أضخم حيوان أرضى عاش فى يوم من الأيام لم يتجاوز نصف حجم أضخم حيوان بحرى عاش فى يوم من الأيام) .

وقد عاش قبل الإختيورنيس أو الهسپيرورنيس طير اكتشف هيكله العظمى أول مرة سنة ١٨٦١ ، ولايوجد منه سوى ثلاث عينات معروفة لكنها قد تكون أهم حفريات منفردة متكاملة معروفة لنا .

إنها حفريات مخلوق طوله نحو ٣ بوصات، ورأسه شديد الشبه برأس العظاءة "السحلية"(بأسنان وبدون منقار) وله عنق طويل يشبه هو الآخر عنق العظاءة ، وذيل طويل مثل ذيلها، وليس فى عظمة صدره جؤجؤ.

فهل كان عظاءة (سحلية) إذن ؟

كلا، لأنه كان له ريش ترك آثاره محفورة فى الصخر . وهذا الريش مصطف صفين طوال الذيل ، ويكسو كل الطرفين الأماميين ، وهذا كاف تمامًا لتكوين طيرٍ، واسمه Archeopteryx أركيوپتيريكس (يعنى باليونانية " الجناح القديم ").

وقد ادعى عالم الفلك الإنجليزى فريد **هُويْل** (ولد ١٩١٥) مؤخرا أن هذه الحفرية خدعة وريشها مزيف - لكن علماء الإحاثة اكتفوا بالسخرية من ذلك الادعاء. فالتفاصيل أصيلة موثوقة بحيث إنها ماكان يتسنى تلفيقها، والبقايا الأحفورية الثلاث للأركيوپتيريكس بها نفس العلامات.

عاش الأركيوپتيريكس فى أواخر الجوراوى ويمكن أن يرجع زمنه إلى ١٤٠ مليون سنة. ويبدو أن هناك تساؤلات عما إذا كان يطير أم يحلق فقط ، لكن الرأى الغالب هو أنه كان يستطيع أن يطير قليلا.

ولا شك أنه كانت هناك مخلوقات شبيهة بالطيور قبل الأركيوپتيريكس، وقد وردت منذ قريب جدا أنباء اكتشاف قد يصلح مثالا على ذلك. ومع ذلك ففى حدود مايمكننا قوله الآن، لايمكن أن يكون بدء طيران الطيور أسبق كثيراً من ١٤٠مليون سنة مضت ،

وذلك قد يجعلنا نرجع طيران الطيور إلى ماض يبعد عنا ضعف الزمن الذى بدأ عنده طيران الخفاش.

ومع ذلك لم تكن تلك بداية طيران الحيوان.

فمنذ ٢٠٠ مليون سنة ، بدأ فريق من الـزواحف يطـير بـدون ريـش، وهم الـ "تيروصور" (من كلمتين يونانيتين تعنيان " العظاءات المجنحة "). وقد اكتشفت أول حفرية تيروصور فى ١٧٨٤ . وكما هو الحال بالنسبة للخفافيش ، لم يعثر له على أسلاف غير مجنحة.

كانت له أجنحة غشائية مثل الخفافيش، ولكن بينما كان الغشاء فى حالة الخفافيش يمتد لكل الأصابع عدا الإبهام فإنه كان فى التيروصور مربوطًا بأصبع رابع متضخم جدا. وظلت الأصابع الثلاثة الأولى فى صورة أصابع مخلبية صغيرة خارج الجناح.

ويبدو أن ثمة خلافاً حول مدى كفاءة طيران التيروصور، ولم ينته العلماء بعد إلى قرار حاسم فى هذا الشأن. ومع ذلك يرى بعض الإحائيين أنه ، بفرض أن التيروصور كان يطير فعلاً فلابد أنه كان ذا دم حار وكان مغطى بما يشبه الشعر ، كمادة عازلة. وهذه المشكلة لم تحل بعد هى الأخرى .

وعلى أى حال، فبرغم أن بعض التيروصور لم يكن يزيد طوله عن العصفور، فإن أكبرها كان أكبر الحيوانات الطائرة التى وجدت فى يوم من الأيام. وقرب نهاية الطباشيرى، منذ نحو ٧٠ مليون سنة، ازدهر "التيرانوضون" (باليونانية " جناح - لا- أسنان "). وكان با ع جناحيه يصل إلى ٢٧ قدما (٨,٢٥ متر) ، أى ثلاثة أمثال با ع جناحى القطرس على وجه التقريب. ولاشك أن كل جسمه تقريبـًا كان عبارة عن الجناحين . وربما لم يزد وزنه عن ٤٠ رطلا (١,٨ كيلو جرام).

بيد أنه فى عام ١٩٧١، عثر على بقايا تيروصور فى تكساس ، ويقدر أن با ع جناحيه ربما بلغ ٥٠ قدما (١٥ مترا) ، وربما حاز الرقم القياسى لوزن أى حيوان طائر .

وفى نهاية الطباشيرى أى منذ ٦٥ مليون سنة، ماتت كل حيوانات التيروصور بشكل مفاجىء تماما لكن الطيور بقيت.

ولم يكن التيروصور أيضًا بداية طيران الحيوانات.

وقد تختلف الثدييات والطيور والزواحف اختلافًا شاسعًا فيما بينها من بعض الوجوه ، لكنها تتشابه فى أن لها هياكل عظمية داخلية. بل إن الهياكل العظمية متشابهة إلى درجة أنه واضح جدا أن هذه المجموعات الثلاث من الحيوانات متقاربة فى سلم التطور، وأن ثلاثتها منحدرة من جد أعلى مشترك.

من الممكن جمع الثدييات والطيور والزواحف سويًا (مع كائنات أخرى مثل السمك) بوصفها فقاريات. وهذا الإسم مشتق من جزء مهم جدا من الهيكل العظمى، هو العمود الفقرى. ويجرى العمود الفقرى من فوق إلى تحت فى ظهر الحيوان، ويتألف من سلسلة من العظام الفردية غير المنتظمة تسمى الفقار (واسمها بالانجليزية مشتق من اللاتينية ويعنى " تدور" لأن رأس الفقرة يدور على الفقرة التى تعلوها).

والفقاريات تشكل، مع عدد قليل من مخلوقات أكثر بدائية، شعبة (أحد الأقسام الكبرى للملكة الحيوانية) تسمى " الحبليات " (Chordata) ، لأن الهيكل الداخلى الأكثر بدائية عبارة عن حبل، يسمى "حبل الظهر" وكل حيوان حَبْلى له حبل ظهر، على الأقل خلال فترة من حياته .

وفى بعض الأحيان يطلق على كل الحيوانات التى ليست فقارية ، بما فيها أشد الحبليات بدائية ، اسم اللافقاريات ، لكن هذا لفظ عديم الجدوى من الوجهة البيولوچية . وتنقسم اللافقاريات إلى نحو ست عشرة شعبة مختلفة (هناك دائما اختلافات حول التفاصيل الدقيقة للتصنيف) ، وكل شعبة تتساوى فى الأهمية ، من زاوية آلية التطور، مع الحبليات.

ومن بين الشُعَب اللافقارية واحدة اسمها "المفصليات" (Arthropoda) واسمها العلمى مشتق من كلمتين يونانيتين، معناهما "سيقان متصلة ". وللمفصليات هياكل خارجية أو صدفات، ولها كما قد نتوقع سيقان متصلة . والكركند والكبوريا والجمبرى أمثلة للمفصليات ، ومن أمثلتها على اليابسة العنكبوت وأم أربع وأربعين . غير أن أكبر طائفة من المفصليات هى الحشرات، وهى فى الواقع أكثرها عددا وأبرعها تكيُّفًا وأشدها تنوعًا، وأنجح أشكال الكائنات الحية قاطبة .

وأنواع الحشرات الحية الآن أكثر عددا من كل أشكال الكائنات الحية الأخرى مجتمعة. وملايين الأنواع من الكائنات الحية التى قد توجد ، ولم تكتشف بعد ، فى أماكن غير مطروقة من العالم، تتألف غالبيتها العظمى ، على الأرجح ، من مزيد من الحشرات .

وربما يوجد مليونا نوع من الحشرات كافة ، فى مقابل ٤٠٠٠ نوع من الثدييات. والحشرات قصيرة العمر جدا وتَقدُر على إنجاب أعداد لاتصدق من الصغار . وهذا يعنى أن النشوء والارتقاء فى حالتها يمكن أن يتم بسرعة خاطفة، وسوف تنشأ وترتقى منها أنواع عديدة بالتدريج.

ويرجع أول ظهور للحشرات فى السجل الأحفورى إلى ما قبل الميزوزوى بكثير ، ربما قبل ٣٥٠ مليون سنة ، وكانت لها مُذّاك أجنحة ، وهناك بعض حشرات بدائية جدا بلا أجنحة تعيش حتى اليوم ، وربما ترجع بتاريخ تطور الحشرات إلى ماض أوغل فى القدم .

وفى حين أن أجنحة الزواحف والطيور والثدييات ، مهما اختلفت فى التفصيلات ، هى جميعها تحويرات فى الساقين الأماميتّين ، تمتلك الحشرات أجنحة لاعلاقة لها بسيقانها . فالأجنحة هى ، بالعكس، نتوءات متصلبة من المادة التى تتشكل منها هياكلها.

وأجنحة الحشرات أرق فى بنيتها من أجنحة الفقاريات ، وتدفع الحشرات ثمنًا لذلك ضآلة حجمها غير المعهود . صحيح أنه توجد حشرات كبيرة نسبيا . فالخنفساء العملاقة قد يقرب طولها من ٦ بوصات (١٥سنتمترا) ويقرب وزنها من ٤ أوقيات (نحو ٩٠ جراما) ومن ثم تكون أكبر بكثير من أصغر الثدييات والطيور ، لكن هذا استثنائى للغاية. فالغالبية العظمى من الحشرات صغيرة (فكّر فى الذباب المنزلى) أو ضئيلة جدا (فكر فى البرغش {ناموس لساع لاينقل العدوى - م}). وأصغر الحشرات لاتكاد ترى بالعين المجردة.

كانت الحشرات أول حيوانات قادرة على الطيران بمعنى الكلمة، وهذا يعنى أن أول طيران حقيقى بدأ منذ حوالى نحو٣٥٠ مليون سنة، وأنه طوال خُمسى هذا الزمن كانت الكائنات الوحيدة التى تطير هى الحشرات.

ومع ذلك لندع الحشرات جانبًا، ولنعد إلى الطيور والثدييات. إن الطيور والثدييات كلاهما تمتّ بصلة واضحة إلى الزواحف، وكلما زاد الطير أو الثديى بدائية كانت قسماته أقرب إلى الزواحف . ومن السهل أن نستنتج من هذا أن الطيور والثدييات تطورت أبطأ من الزواحف .

قبل ١٥٠ مليون سنة من اليوم ، لم يكن للطيور أو الثدييات وجود، لكن الزواحف كانت مزدهرة . فلنتحول إذن إليها ونتناول موضوع بداياتها .

- 10 -

الزواحف

فى خلال الميزوزوى - وهو العصر الذهبى للزواحف - ازدهر عدد من الفصائل الفرعية لتلك المجموعة ، ويمكن تمييز هذ الفصائل الفرعية بمنتهى السهولة عن طريق مابينها من فروق فى بنية الجمجمة والواقع أنه لم يكن أمام الإحاثيين مجال كبير لاختيار سبل التفرقة بين أنواع الزواحف . فتكاد العظام تكون دائما هى المتبقية فى شكل حفريات ، وعلى وجه الخصوص : الجماجم.

كذلك لايجوز غض النظر عن الفوارق فى أشكال الجماجم استنادا إلى أنها فوارق تافهة. فعادة ماتقترن التغييرات الطفيفة فى بنية الجمجمة بتغييرات أخرى فى الهيكل العظمى تدل على فوارق مهمة فى مظهر الحياة وأسلوبها . ونجد الأمر على هذا النحو لدى مختلف أنواع الزواحف التى مازالت موجودة ، وليس هناك مايدعو إلى الظن بأن الأمور كانت مختلفة فى الماضى.

ومن ثم تقسم الزواحف ليس إلى فصائل فرعية تبعًا لعدد وموقع الثقوب الموجودة على جانبى الجمجمة خلف محجر العين مباشرة ، وهى الثقوب التى تفسح لعضلات الفك مجال المرور من خلالها والانتفاخ عند انقباضها .

وهناك زواحف ليس لها ثقوب كهذه على الإطلاق ، وهى تنتمى إلى الفصيلة الفرعية المسماة أناپْسيدا Anapsida (من كلمتين يونانيتين معناهما: " لافتحات ") ، ويمكن الإشارة إلى هذه الزواحف الأخيرة ببساطة باسم أناپْسيدا.

وهناك ثلاث فصائل فرعية من الزواحف لها ثقب واحد وراء محجر العين على كل من الجانبين . ويميز الإحاثيون بين ثلاثتها تبعا لموقع وحجم الثقب والترتيب الدقيق للعظام حوله . وهذه الفصائل الفرعية الثلاث هى المسماة سيناپْسيدا Synapsida (" بفَتْحة ") وپاراپسيدا Parapsida (" فتحة جانبية ") ويوريا پْسيدا (Euryapsida) (" فتحة كبيرة ").

وأخيراً هناك فصيلة فرعية، لها ثقبان وراء كل من محجرى العين ، واسمها دياپسيدا Diapasida (" فتحتان "). وينقسم أفراد الدياپسيدا إلى مجموعتين ، بناء على اختلافات فى الأسنان ، والمجموعتان الفرعيتان هما: الـ لپيدوصوريا (السحالى المحرشفة) والـ أركوصوريا (" السحالى المسيطرة ") .

وكانت الأركوصوريا أنجح كل مجموعات الزواحف فى الميزوزوى ، وتنقسم إلى خمس فئات . كانت إحدى هذه الفئات هى الـ صوريشيا (" ذات ورك السحلية ") . وقد سميت كذلك لأن عظمة الورك فى جميع أفراد هذه الفئة مركبة تقريبا على غرار تركيب عظمة ورك السحالى الحديثة. وثمة فئة ثانية هى الـ أورنيثيشيا (" ذات ورك الطير ") لأن عظمة الورك عندها مركبة مثل نظيرتها فى الطيور الحديثة.

والصوريشيا والأورنيثيشيا معا هى الحيوانات المعروفة لدى عامة الناس باسم الديناصورات . وأول من نحت كلمة ديناصور (" السحلية المرعبة ") هو عالم الحيوان الإنجليزى رتشارد أوين (١٨٠٤ -١٨٩٢) وذلك سنة ١٨٤٢ . فى ذلك الوقت لم يكن يعرف سوى القليل عن تلك الزواحف ، ولم يكن معروفا بوضوح أنها تنقسم إلى مجموعتين متمايزتين تماماً عن بعضهما البعض . ومن ثم فأن كلمة ديناصور ليست تصنيفًا رسمياً فى عالم الحيوان فى وقتنا الحاضر ، ولكن لن يتسنى أبدا محو هذه الكلمة من الاستخدام الدارج ، بل إن العلماء يستخدمونها كإشارة وجيزة إلى تينك المجموعتين .

وقد ازدهرت الديناصورات الصوريشية أولا ، وهى تنقسم إلى رتبتين، هما : الـ **ثيروپود** (" أقدام الوحش ") **والـ صوروپود** ("أقدام السحلية ") لأن عظام أصابع القدم لدى أولاهما أوثق شبها بنظيرها لدى الثدييات من حيث عددها ، فى حين أن عظام أصابع القدم لدى ثانيتهما أوثق شبها بنظيرها لدى السحالى ، يضاف إلى ذلك أن الثيروپود ذو قدمين ويميل إلى السير على ساقيه الخلفيتين فقط ، فى حين أن للصوروپود أربع أقدام يسير عليها جميعا .

وكان كثير من الثيروپود صغار الحجم جداً . وقد عاش أحدها واسمه كومپسوجنات (" الفك الأنيق " لأن عظام الجمجمة كانت صغيرة جدا ورقيقة) منذ حوالى ١٥٠ مليون سنة، ولم يتجاوز حجمه حجم الدجاجة ، وهو أصغر ديناصور معروف. وقرب نهاية الميزوزوى كانت هناك ذوات قدمين من هذا النوع تكاد تطابق النعام فى المنظر فيما عدا أنها كانت لها حراشف بدلا من الريش ، وطرفان أماميان صغيران ينتهى كل منهما بكف مخلبى بدلاً من جناحين عديمى الفائدة.

غير أن بعض الثيروپود تضخمت وأصبحت كرناصورات (" سحالى لاحمة "، لأنها كانت تأكل اللحم) . وأشهر هذه الأخيرة هو **التيرانوصور** (" كبير السحالى، الملك ") ومن الجائز أنه كان ، مع كرناصورات أخرى ، ربما أضخم منه ، أشد آكلى اللحوم مبعثًا للخوف والفزع من بين الحيوانات البرية التى وجدت فى يوم من الأيام .

وربما بلغ الطول الكلى لكرناصور كبير ٥٠ قدما (١٥ مترا) ووزنه الكلى نحو ٧ أطنان. وهذا يزيد عن ثمانية أمثال وزن دُبّ الـ "كودياك" الحديث [١] ، وهو أكبر حيوان برى آكل لحوم يعيش الآن . وكان طول رأس الكرناصور الكبير ٤ أقدام (١,٢ متر) وطول أسنانه ٦ بوصات (١٥ سنتيمترا) ، وارتفاع أعلى رأسه عن سطح الأرض ١٦ قدما (٥ أمتار تقريبا). وكانت الكرناصورات تمشى على قدمين أيضًا ، وأطرافها الأمامية صغيرة بالقياس إلى بقية الجسم ، بحيث كان منظرها يشبه الكناغر العملاقة . وكانت الأفخاذ الضخمة لهذه المزواحف تدل على أنها كادت تبلغ أقصى حجم يبلغه حيوان برى تحمله ساقان.

ومن الممكن أيضًا أن يكون الصوروپود قد انحدر من سلف بعيد يمشى على قدمين . وبرغم أنهم كانوا يمشون عل سيقانهم الأربعة مجتمعة ، كان الطرفان الأماميان أقصر عادة من الطرفين الخلفيْين ، بحيث كان ظهر الصوروپود مائلاً عادة إلى أعلى، من الكتفين إلى جانبى الحوض .

وهذه الصوروپود هى المألوفة لدى الشخص العادى أكثر من سائر الديناصورات ، وكلمة **ديناصور** فى حد ذاتها تستدعى صورتهم . كانت بنيتهم أضخم من الفيل ، لهم أعناق طويلة فى أحد الطرفين وأذيال طويلة فى الطرف الآخر، وكانوا فى الحقيقة أشبة بثعابين ضخمة ابتلعت فيلة عملاقة تمددت سيقانها الأسطوانية لتحمل تلك المخلوقات وتسير بها .

كانت الصوروپود الكبيرة نباتية . وبوجه عام تكون المخلوقات آكلة النباتات قابلة لتجاوز حجم آكلات اللحوم لأن العالم أغنى بالغذاء النباتى منه بالغذاء الحيوانى. فالفيل ، وهو لايأكل إلا الأعشاب، أكبر حجما من الدب الرمادى الذى يأكل اللحم أيضًا ويزيد حجمه عن حجم النمر الذى لايأكل إلا اللحم .

وأطول الصوروپود كافة هو الـ **"دپلوضوكس** " Diplodocus ("مزدوج العاتق " ، ومرجع التسمية بعض التفاصيل فى هيكله العظمى). ويبدو أن طول بعض نماذج منه

(١) دب بنى اللون ضخم الجثة من ألاسكا (م) .

ومرجع التسمية بعض التفاصيل فى هيكله العظمى). ويبدو أن طول بعض نماذج منه كان يقرب من ٩٠ قدما (٢٧مترا) من الخَطْم إلى العنق المسلوب الطويل فإلى الجسم بالمعنى الضيق للكلمة ، وحتى طرف الذيل المسلوب الطويل. غير أن الدپلوضوكس كان نحيل البنية وربما لم يتجاوز وزنه ١١ طنًا ومن ثم لم تزد كتلته كثيرا عن أكبر الفيلة . أما البرونطوصور ("السحلية - الرعد " وربما سموه هكذا لأنهم تصوروا أن الضوضاء الذى كان يحدثها وهو يمشى متثاقلاً كانت أشبه بالرعد) فكان أقل طولا لكن أضخم كتلة، وربما وصل وزنه إلى ٣٥ طنًا .

والأضخم منه هو الـ " **براكيوصور**" ("السحلية ذات الذراع " ، وربما سمى كذلك لأن طرفيه الأماميين استطالا فى مجرى تطوره حتى تجاوز طولهما طول الطرفين الخلفيين) .

كان طول البراكيوصور نحو ٧٥ قدمًا (٢٣مترًا) أى أقل من طول الدپلوضوكس ، لكنه كان أضخم منه بكثير . كانت قمة رأسه على ارتفاع ٤٠ قدما (١٢ مترًا) من سطح الأرض ، وهذا ضعف ارتفاع الزرافة ، أو فى مجالنا هذا ضعف ارتفاعَ البلوتشيثريوم . وربما بلغ وزنه ٨٠ طنا ، أى ثمانية أمثال وزن أكبر فيل ، وضعف وزن البلوتشيثريوم - ولكن نصف وزن أكبر حوت موجود ، ليس إلا. وفى حدود عملنا ، كان البراكيوصور أضخم حيوان برى عاش فى يوم من الأيام .

وقد بلغت الديناصورات الأورنيثيشية أوجها بعد الديناصورات الصوريشية ، وقرب نهاية حقب الميزوزوى نشأت منها بعض الأنواع المصفحة المدهشة .

كان منهات الـ " ستيجوصور "(" السحلية السقفية " سمى كذلك لأنه كانت له صفائح عظمية ظن أولاً أنها كانت تغطى ظهره مثل القرميد على سطح منزل)، وبعد ذلك ظن أن الصفائح كانت مصطفة على ظهره على صفين أحدهما على طرف الآخر. ومنذ وقت قريب جدا قدمت شواهد تثبت أن الصفائح كانت فى صف واحد .

كان الـ " ستيجوصور " يحمل علامات واضحة تدل على انحداره من أسلاف بقدمين ، لأن طول ساقيه كان يزيد قليلاً عن نصف ساقيه الخلفيتين . وعادة مايعتبر حيوانًا بلا مخ ، لأن دماغه الضئيلة كانت تحتوى على مخ لايزيد عن حجم هريرة حديثة، رغم أن جسمه كان ٣٠ قدمًا (٩ أمتار) طولاً، وذا كتلة أكبر من الفيل . وقد انقرض فى الطباشيرى المبكر ، منذ نحو ١٢٠ مليون سنة ، على الأرجح قبل ظهور الديناصورات اللاحمة العملاقة على المسرح . والاحتمال الأكبر أن اللقطة الواردة فى فيلم والت ديزنى " فانتازيا" والتى يهاجم التيرانوصور الستيجوصور ويقتله ، تنطوى على مفارقة تاريخية .

البرمي	٢٤٥ م س ه ★	ليپيدوصور — ثيكوضونت ----- ثيكوضونت
الكربوني	٢٨٥ م س ه	٢٩٠ م س ه إيوسوشيان ----- تماسيح باكرة
		كوتيلوصور ----- كوتيلوصور
الديفوني عهد الأسماك	٢٦٠ م س ه	الأحياء الفقارية والأسماك تبلغ اليابسة — إيوجيرينوس ----- أبو ذنيبة باكر
		----- حشرات — عنكبوتيات
		المنكبرتيات — أكتينوبتريجي - زعانف شعاعية — سركوبتريجي - زعانف لحمية ----- أسماك رئوية
السيلوري	٤١٠ م س ه	سيليكانت — ريبيدستيان خلف البرمائيات -----
الأوردوفيشي النباتات تبلغ اليابسة	٤٤٠ م س ه	أوستيكتيات ----- أوستيكتيات
		٤٥٠ م س ه بلاكودرم (الجلد الصفحي) — سمك ذو فك ----- سمك ذو فك
الكمبري	٥٠٠ م س ه	أوستراكودرم ----- أوستراكودرم (ذو الجلد الصدفي)
		كائنات حية لافقارية و فقارية
		امفيوكسس ----- امفيوكسس (مزدوج التوجه)
		زقيات ----- الزق (النزنز)
		بلانوجلوسس (لسان حلزون) ----- دودة كرفي
	٥٥٠ م س ه	الحبليات

وقد نشأ الـ "**أنكيلوصور**" ("السحلية المحدودبة ") في زمن لاحق للستيجوصور ، بل كان معاصرا للديناصورات اللاحمة ، وكان على الأرجح أشد المخلوقات تصفيحاً ظهر على الإطلاق . قارب حجمه حجم الستيجوصور، لكنه كان أقصر وأعرض بحيث لم يكن من السهل قلبه على ظهره لتنكشف بطنه غير المصفحة . وكان ظهره- من الجمجمة إلى الذيل- مغطى بطبقات من الصفائح العظمية الضخمة مشدودة إلى نتوءات مسمارية متينة على جانبيه ، وكان ذيله ينتهي بكعبرة عظمية ربما بلغت قوة المنجنيق عند تطويحه. ،لقد كان بمثابة دبابة حية ، وربما تردد حتى الديناصور اللاحم قبل منازلته .

ثم هناك الـ "**ترايسيراطوپ** "(" ذو الثلاثة قرون ") وكانت بنيته شبيهة بخرتيت كبير . كان أصغر من الستيجوصور والأنكيلوصور وتصفيحه مركز في منطقة الرأس . وكان له نتوء عظمي عريض ، عرضه ٦ أقدام (١,٨متر)، يمتد من الرأس إلى الوراء ويغطي العنق ، وكان في الوجه ثلاثة قرون ، إثنان طويلان وحادان فوق العينين ، والثالث أقصر وغيرحاد فوق الأنف. وبالإضافة إلى ذلك كان الفم مزوداً بمنقار قوى شبيه بمنقار الببغاء .

وفي نهاية الطباشيري ، منذ ٦٥ مليون سنة ، حدث الآتي : ماتت كل الصوريشيات والأورنيثيشيات العائشة آنذاك - أي كل الديناصورات الزواحفية بلا استثناء - في فترة زمنية يبدو أنها كانت قصيرة من الوجهة الچيولوچية .

غير أن الديناصورات لم تشكل سوى رتبتين من الطائفة الفرعية أركوصوريا ، إذ كانت هناك ثلاث رتب أخرى.

فخلّفت إحدى هذه الرتب الـ" **تيروصور** " الذي أتى ذكره في الفصل السابق. ورغم أن التيروصورات عاشت في زمن الديناصورات ، ورغم أنها تدمج معها تحت أسم " أركوصوريا " ، فإنها لم تكن ديناصورات؛ لأنها لم تكن تنتمي إلى الرتبتين الوحيدتين اللتين يطلق عليهما ذلك الاسم الغريب عن علم الحيوان .

ومع ذلك ، فعندما انقرضت الديناصورات في نهاية الطباشيري ، انقرضت التيروصورات أيضاً .

والرتبة الرابعة من الأركوصوريا هي **رتبة التمساحيات** ، فقبيل نهاية الطباشيري كان هناك الـ" **دينوسوخ** " (" التمساح المخيف")، وكان أكبر كائن تمساحي علمنا بوجوده ، كان طوله ٥٠ قدماً (١٥متراً). ولم يعش بعد الطباشيري ، ولكن عمرت بعض الأفراد الأصغر حجماً المنتمين لهذه الفئة، ومازالت التماسيح موجودة ومعها بعض أقاربها، القاطور والكايمان [(١)] .

ومن رتب الزواحف التي تعيش الآن ، تعتبر التمساحيات هي الوحيدة المنتمية إلى الأركوصوريا ، ورغم أنها ليست ديناصورات، فهي أوثق الأقارب الزواحفية إلى الديناصورات والتي مازالت على قيد الحياة .

(١) نوعان من من التماسيح من أمريكا الوسطى والجنوبية (م).

والرتبة الأخيرة من الأركوصوريا هى بعض الوجوه أكثرها إثارة للعجب ، لأنها خلفت الأركيوپتيريكس Archaeopteryx ومن خلاله الطيور. والطيور مثل التمساحيات عاشت بعد الطباشيرى وهى بدورها نماذج من الأركوصوريا ، وهى وثيقة القرابة للديناصورات والتماسيح ، لكنها ، أى الطيور ، تخلت فى تطورها عن الخصائص التمساحية (بسببب الريش والطيران والدم الساخن) إلى درجة أنها لاتعتبر تماسيح على الإطلاق .

وقد ذكر فيما سبق أن هناك طائفة فرعية أخرى من الـ"دياپسيدا "، بالإضافة إلى الـ "أركوصوريا " ، وهى الـ **"ليپيدوصوريا "**. خلال الميزوزوى كان الليپيدوصور أقل شأنًا بكثير من الأركوصور، غير أن رتبتين من الليپيدوصور عاشتا بعد الانقراض بالجملة الذى وقع فى نهاية الطباشيرى ، إحداهما هى الـ **"سكواماتا "** (" المحرشفة ") ، ومنها انحدرت الثعابين والسحالى الموجودة حاليا - وهى أنجح الزواحف العائشة الان .

وأكبر عظاءة (سحلية) حية هى **تنين كومودو** الموجود فى جزيرة كومودو وبضع جزر مجاورة فى إندونيسيا. وتنين كومودو الكبير يمكن أن يصل طوله إلى ١٠ أقدام (٣ أمتار) ووزنه إلى حوالى ٣٦٥ رطلاً (١٦٥ كيلو جرامًا) . وقد يبدو، فى نظر المتفرج الذى يراه لأول مرة ، أنه ديناصور صغير - لكنه ليس ديناصورا بطبيعة الحال .

وثمة رتبة أخرى من الليپيدوصوريا هى الـ **"رينكوسيفاليا "** (، الرؤس الخطمية " ، لأن لها أخطاما منقارية بارزة) . ولم يكن أبدًا ثمة أهمية لهذه الرتبة ، وقد أفلتت فى أضيق نطاق ممكن من الانقراض الجماعى للزواحف ومازال يعيش منها نوع واحد نادر .

وهذ النوع الباقى مخلوق شبيه بالعظاءة وكبير إلى حد ما ، فطوله نحو ٢,٥ قدم (٠,٧٥ متر) ، ولايوجد حاليًا إلا على بضع جزر صغيرة بعيداً عن شواطىء نيوزيلندا ، ويفرض القانون حماية صارمة له ، واسمه الجارى " **توارتارا** " (" سلسلة الظهر" بلغة الماورى [١] . إذ إن له ، بالإضافة إلى الحراشف التى تغطى جسده ، خط فقارٍ ينحدر بطول عموده الفقرى) ، واسمه الرسمى هو **الاسفينودن** [٢] ("السن الاسفينى"). وبرغم أنه يشبه السحلية، فهو يختلف عن السحالى من عدة أوجه ، منها أن لديه فى أعلى مخه غدة صنوبرية كبيرة جدا ، وهذه

(١) الماورى : هم سكان نيوزيلندا الأصليون (م) .
(٢) اسم آخر للتوارتارا (م) .

الغدة أصغر بكثير في السحالي والفقاريات الأخرى . وهي في الاسفينودون الصغير تشبه في مظهرها التشريحي عينا ثالثة ، مع أنه ليس هناك مايدل على حساسيتها للضوء .

ولننتقل الآن إلى الرتب الثلاث من الزواحف، ذات الفتحة الواحدة فقط في الجمجمة، على كل من الجانبين وراء محجر العين. إن إحدى هذه الرتب وهي الـ " **يوريابسيدا** " تضم الزواحف البحرية الكبيرة التي ازدهرت في الميزوزوى والمعروفة باسم " **پليزيوصور** " (" قريبة من السحالي "). وهي شديدة الشبه بالديناصورات في المظهر الخارجي ، وبعضها يشبه الصوروپود وله أربع زعانف طويلة بدلاً من السيقان الأربع . وكان لأحدها ، وهو الـ " **إلاسموصور** " (" السحلية ذات الصفائح ") عنق طوله نحو ٢٠ قدماً (٦ أمتار) به سبعون فقرة على امتداده ، مقارنة بفقارنا السبع ، وكان هذا أطول عنق على الاطلاق ، وجد في أي حيوان (ويعتقد البعض أن مايطلق عليه وحش الـ "لوك نس "[1] هو پليزيوصور باق على قيد الحياة بمعجزة ، لكني أعتقد أن فرص وجود وحش اللوك نس تكاد تكون صفراً).

وقد خلقت الپاراپسيدا الزواحف البحرية أيضًا وكان التكيف في حالتها أشق كثيراً . وأنواع الپاراپسيدا المعروفة لنا أكثر من غيرها هي **الأخصوريات** ichthyosaurs ("السحالي السمكية")، التي كانت شديدة الشبه بالدرافيل الزاحفة . كانت تنجب صغارها أحياء لكن بدون مشيمة ، مثل الثعابين البحرية في يومنا هذا . ومن أوجه اختلافها عن الدرافيل أن الذيل المفلطح للأخصور كان رأسيا في حين أنه أفقي في الدرافيل . وكان العمود الفقري للأخصور يمتد إلى الفص الأدنى من الذيل ، ولاينتهي في منتصف الظهر كما هو الحال بالنسبة للدرفيل . وقد بلغ طول بعض الأخصوريات ٢٥ قدما (٧,٥ متر) ، ولكن مخها كان أصغر كثيراً من مخ الدرفيل .

لقد انقرض الآن الپليزيوصور والأخصور . اختفى الپليزيوصور في نهاية الطباشيري مع الديناصورات ، لكن يبدو أن الأخصور اختفى منذ ٩٠ مليون سنة ، قبل نهاية الطباشيري بمدة كبيرة.

بقي من رتبة نوى " الثقب الواحد " **السيناپسيدا**. إنها من أوائل الزواحف ونشأت حتى قبل الميزوزوى . وماكانت لتعتبر لافتة للنظر أو جديرة بالانتباه إلا لأمر

(١) بحيرة في اسكتلندا شاعت بشأنها أسطورة احتوائها على وحش يتخفى في مياهها (م) .

واحد هو ظهور ملامح ثدييات عليها . فقد صار لإحدى رتبها الفرعية وهى **الثيريوضونت** (" وحش أسنان ") هيكل عظمى ذو طابع ثديى أكثر بكثير من الطابع الزواحفى (كما يستفاد ضمنا من اسم الرتبة الفرعية) . بل ربما صار للثيريوضونت دم حار ونبت لهم شعر، وإن تعذر استنتاج ذلك من البقايا الأحفورية .

وقد يبدو لمن يفترضون عن ثقة أن الثدييات " أرقى " من الزواحف ، أن السيناپسيدا كان يمكن أن تكون كائنات ناجحة جداً . وقد يبدو أن اكتساب السيناپسيدا أى قسمَة ثديية إضافية كان من شأنه أن يعطيها ميزة إضافية على سائر رتب بالزواحف .

لكن لايبدو أن هذا ماحدث ، فقد ماتت كل السيناپسيدا مبكرًا . وحتى الثريوضونت ، الشبيهة بالزواحف ، اندثر معظمها منذ ١٧٠ مليون سنة، أى قبل أن ينتصف الميزوزوى ، تاركين الديناصورات يحملون لواء النصر. غير أن بعض الثريوضونت عاشوا بعد أن زادت صفاتهم الثديية . ونظرًا لقلة ما تبقى من الحفريات والطبيعة التدريجية للتغيير ، ليس من الممكن القول بأنه فى لحظة ما بالتحديد ظهر مخلوق ثديى بمعنى الكلمة . وعلى أى حال لم يكن تمتع كائن ما بخصائص الثدييات هو مايكفل له البقاء ، لكن الذى كفل للثدييات البقاء هو أن الثدييات الأولى كانت صغيرة جدا ، وبين هروبها من الأنظار وقدرتها على العدو سريعا للاختباء، تفادت أن تفتك بها الزواحف - إلى أن انقرضت الزواحف ذاتها بعد مليون سنة وأتاحت للثدييات الصغيرة فرصتها .

والرتبة الأخيرة من الزواحف ، وهى الـ " **أناپسيدا** " ، ليس بها ثقوب على الإطلاق خلف محجرى العينين ، وتعتبر من بعض الوجوه أشد الزواحف بدائية ، وهى الأخرى بدأت تظهر قبل المزوزوى بفترة طويلة . والغريب حقًا أنها نجحت فى البقاء بعد نهاية **الطباشيرى**، دون الزواحف الأكثر تقدمًا. والسلحفاة البرية والمائية مثالان حيان للأناپسيدا .

ولكن لماذا انقرضت كل هذه الكائنات فى نهاية الطباشيرى ؟ لماذا مات إذن ذلك العدد الغفير من الزواحف الكبيرة ، بعد ١٥٠ مليون سنة من التطور الناجح ؟

لقد اقتُرِحْت عدة حلول. فقيل إنه ربما ظهرت وازدهرت أشكال جديدة من الحياة النباتية ، وإنه لم يكن باستطاعة الديناصورات العاشبة مضغها أو هضمها. وعندما

ماتت هذه الديناصورات الأخيرة ماتت أيضاً الديناصورات اللاحمة التى كانت تقتات عليها .

ومن الممكن أيضاً أن تكون حدثت تغييرات مناخية. فربما خفضت فترة من فترات التَثلُّج حرارة المحيط خفضاً عنيفا ، أو ربما أفضى تغيير فى شكل توزيع البحر واليابسة إلى اختفاء خطوط السواحل ، أو ربما أدى انخفاض منسوب البحار إلى تجفيف البحار الضحلة . ربما حل مرض جديد أو أمطر نجم فوق متوهج (سوبرنوڤا) قريب فأصاب الأرض بوابل من الأشعة الكونية . بل سيقت فكرة مفادها أن الثدييات الصغيرة تعلمت أن تعيش على بيض الديناصورات .

ثم حدث فى ١٩٧٩ أن كان عالم أمريكى اسمه ولتر **ألڤاريز** يقوم بتحليل كتل طويلة من الصخور الرسوبية ، مجلوبة من إيطاليا ، مستخدماً تقنية كيميائية دقيقة تسمى " التحليل بتنشيط النيوترونات " . وكان يأمل معرفة شىء عن معدل ترسب الصخور الرسوبية على فترات زمنية طويلة . وقد فشلت المحاولة لكن ألڤاريز والعاملين معه اكتشفوا أن ثمة قطاعا رفيعا من الصخرة الرسوبية يحتوى على معدن الإيريديوم النادر بنسبة تبلغ خمسة وعشرين مثل نسبته فى الأجزاء الكائنة فوقه أو تحته . لقد ظهر الإيريديوم بكمية غير معهودة (ضئيلة مع ذلك بالتأكيد) فى وقت محدد ، واتضح أن هذا الوقت كان بالضبط فى نهاية الطباشيرى.

كان لابد من وجود علاقة بين تلك الظاهرة وشىء آخر. إن الإيريديوم – فى حدود علمنا – معدن نادر جداً فى كل مكان بالكون ، وهو نادر بصفة خاصة فى القشرة الأرضية ، لأن القليل من الإيريديوم الموجود على الأرض يوجد أكثره فى قلب الأرض المكون من حديد منصهر . ومن المعروف أن الشهب ، مثلا ، أغنى بالإيريديوم من القشرة الأرضية (وإن لم تكن أغنى به من الأرض فى مجموعها).

وقد أثبت مزيد من البحث أن طبقة الإيريديوم واسعة الانتشار على الأرض ، ومن ثم نشأت فكرة مؤداها : أنه لابد أن ارتطم بالأرض، منذ ٦٥ مليون سنة ، كويكب ، أو على الأرجح مذنّب ، ربما بلغ قطره عدة أميال ، فأحدث فيها هزات أرضية هائلة وثورانات بركانية وموجات مدّية . وبالإضافة إلى ذلك ، يرجح أنه قذف فى طبقات الجو العليا مايكفى من الأتربة لحجب ضوء الشمس بشكل يكاد أن يكون تاماً ، فقضى بذلك على الحياة النباتية ، ومنع عن الكائنات الحية الحيوانية ماكانت تقتات عليه .

ويترتب على ذلك – إن حدث – إندثار كل مظاهر الحياة على الأرض ، وتصبح الحيوانات الكبرى شديدة التعرض للخطر لقلة من تبقى منها ، ولاحتياجها إلى قدر أكبر من الغذاء للفرد . وكان للحيوانات الصغيرة فرصة أكبر للصمود إذ كان باستطاعتها أن تعيش على جثث الحيوانات الكبيرة التى ماتت ، وإن كانت عاشبة فعلى البذور وسيقان النبات ولحاء الشجر وغير ذلك مما تبقى حيا من النباتات . وفى حين أن الحيوانات الكبيرة زالت ، فإن الحيوانات الصغيرة تكون قد عاشت أو لم تعش، جزئيًا على الأقل ، خبط عشواء .

وعلى أى حال ، بمجرد أن استقرت الأرض، فإن النباتات والحيوانات التي عاشت وجدت نفسها فى أرض خالية نسبيا وبوسعها أن تتطور سريعًا ، مشكّلة أنواعًا عديدة من جديد.

والانقراض الجماعى فى الطباشيرى هو أشهر مثال من هذا القبيل لأنه وضع نهاية للديناصورات ، وهم مجموعة حيوانات شديدة التسلط على مخيلة الناس. غير أن هذا الانقراض الجماعى لم يكن الوحيد. والواقع أن بعض الإحاثيين الذين **يدرسون السجل الأحفورى بعناية يؤكدون أن موجات الانقراض الجماعى التى من هذا القبيل تحدث تقريبا كل ٢٦ مليون سنة .**

وبطبيعة الحال لاتذهب موجات الانقراض دائمًا إلى أقصى مدى . فأحيانا تكون خفيفة نسبيًا ، ولكن إحداها على الأقل ، وهى التى جاءت فى نهاية الحقب السابق على الميزوزوى ، كانت أسوأ من تلك التى اختتمت الميزوزوى . وقد زال نحو ٩٥ فى المائة من كل الأنواع الموجودة آنذاك أثناء موجة الانقراض فى "العصر البرمى".

هل كل موجات الانقراض مصدرها تعرض الأرض لوابل من القذائف من الفضاء الخارجى ؟ وإن كان الأمر كذلك ، فلماذا تأتى عمليات القذف تلك كل ٢٦ مليون سنة ؟ من الأفكار التى قدمت أن للشمس نجما صغيرا مرافقا ، فى أغوار الفضاء ، يدور حولها ٢٦ مليون سنة . وهو فى أحد طرفى مداره بعيد إلى حد أنه لايؤثر فى أى شىء بتاتاً ، لكنه فى الطرف الآخر ، الذى يبلغه كل ٢٦ مليون سنة ، يقترب من الشمس بما يكفى لكى يجتاز سحابا مكونًا من ١٠٠ بليون مذنّب جليدى صغير يعتقد أنها تقع وراء مدار الكوكب **بلوتو** ، فتضطرب المذنبات ومن الممكن أن تغوص صوب داخل المجموعة الشمسية ، ولامفر من أن يرتطم بعضها بالأرض .

وإن كان هذا صحيحًا ، فإن الأرض تبدأ باستمرار شوطًا جديداً من التطور الارتقائى . وهذا يشبه فكرة **الكارثية** التى قال بها "بونيه" ، والسابق ذكرها فى هذا

الكتاب ، ولكن من بعيد فقط . فنظرية الكارثية المستحدثة تصف أزمنة الرعب هذه بأنها تفصلها عن بعضها البعض فترات زمنية أطول بكثير مما تصور "بونيه" ، وفى حدود مانعرفه حتى الآن لم يستأصل أيها الحياة تمامًا ، كما كان من المفروض أن يكون هذا شأن فترات "بونيه" . فى نظرية الكوارث الجديدة ، تنشأ كل خطوة جديدة في مجال التطور من خلال طروء مزيد من التغيير الارتقائى على الناجين من الكارثة. أما فى منظومة "بونيه" ، فكل خطوة جديدة تتطلب الخلق الإلهى من لاشىء .

ومازال تفسير عمليات الانقراض بالجملة بسقوط وابل من القذائف من الفضاء الخارجى محل خلاف شديد ، وكثير من الإحاثيين يرفضونه رفضًا قاطعًا . فهم لايعتقدون أن عمليات الانقراض الجماعى تتكرر بصفة دورية حقا ، وينزعون إلى تقديم أسباب أخرى للانقراضات، مثل برودة الأرض أثناء عصر جليدى.

وحتى إذا اتضح أن فكرة تكرار عمليات الانقــراض بصفة دورية عن طـــريق رشق المذنبات للأرض فكرة صحيحة ، فإن الموعد المحدد للانقــراض الجمـــاعى التالى يكون بعد ١٥ مليون سنة تقريبًا من الآن ، ولاموجب للقلق منه فى القريب العاجل .

والآن يمكننا أن نعود إلى مسألة .بدء ظهور الزواحف . لقد سبق أن قلت إن السيناپسيدا والأناپسيدا نشأت قبل بداية الميزوزوى . فلننظر إذن إلى الفترة الزمنية التى سبقت الميزوزوى : وهو أقدم العصور الثلاثة الكبرى ذات البقايا الأحفورية اللافتة للنظر. إن هذه الفترة وهى أقـــدم فتـــرة حدث فيـــها تحـفّر هى حقـــب الپاليوزوى ("الحيوانات العتيقة") . وقد دام الپاليوزوى برمته ٣٥٥ مليون سنة ، ومن ثم فهو أطول من مجموع حقبى الكينوزوى والميزوزى . وينقسم الپاليوزوى إلى ستة عصور ، وهى مرّتبة من أحدثها إلى أقدمها، كما يلى :

الپـــرْمى (من ولاية فى شرق روسيا كانت تعرف باسم پِرْم ، وهى أول مكان دُرست فيه طبقات الصخور التى ترجع إلى هذا العصر) . وفى نهاية هذا العصر حدثت أسوأ موجة انقراض جماعى وقعت فى أى وقت ووضعت نهاية للپاليوزوى، وأتاحت للكائنات القليلة التى بقيت حية أن تتكيف مع الحياة فى الميزوزوى.

الكربونى (" الحافل بالكربون – الفحم " لأن الكثير من الفحم الذى نستخدمه يظهر فى صخور من ذلك العصر) .

الديفونى (من مقاطعة ديفونشير فى جنوب غرب انجلترا ، وهو أول مكان درست فيه هذه الصخور) .

الســيلــورى (اسمه مشتق من اسم قبيلة كانت تعش فى جنوب ويلز فى زمن روما ، نظرا لأن هذه الصخور درست أول مرة فى جنوب ويلز) .

الأردوفيسى (من اسم قبيلة أخرى من ويلز) .

الكمبرى (من اسم ويلز ذاتها إذ كانت تعرف باسم كمبريا فى زمن روما) .

ولنكتف الآن بتحديد الفترة الزمنية التى استغرقها العصران الأولان .

دام **البرمى** من ٢٤٥م س م رجوعاً إلى ٢٨٥ م س م ، أى مدة ٤٠ مليون سنة ، والمدة المنقضية بين الانقراض البرمى الحادث قبل ٢٤٥ مليون سنة ، والانقراض الطباشيرى الحادث قبل ٦٥ مليون سنة ، طولها ١٨٠ مليون سنة، أى تساوى سبعة أمثال فترة الـ ٢٦ مليون سنة التى قيل إنها تفصل بين انقراض جماعي وآخر .

وامتد **الكربونى** من ٢٨٥ م س م رجوعًا إلى ٣٦٠ م س م وهى مدة ٧٥ مليون سنة.

وقد عانت الزواحف الأولى التى كانت موجودة فى **العصر البرمى** معاناة كبيرة أثناء الاقراض البرمى وماتت منها أنواع عديدة ، خاصة السيناپسيدا أى الزواحف الأشبه بالثدييات (رغم أن بعضها ظل حياً بطبيعة الحال).

وبُعيد الانقراض البرمي ، أى منذ نحو ٢٤٠ مليون سنة ، ظهر الـ "ثيكوضونت" (" الأسنان السنخة " أى الغائرة) . والأسنان الغائرة فى سنخ (مغرز فى الفكّ) صفة مميزة للأركوصور ، ومن ثم فإن الثيكوضونت كانوا فى الواقع أول الأركوصورات .

وكان لبعض الثيكوضونت سيقان متمددة على الجانب ، كما هو شأن العظاءات (السحالى) الحديثة ، تجعل حركتها ثقيلة . غير أن البعض الآخر كانت له سيقان تحت الجسم كما كان حال الديناصورات . وكان بعض الثيكوضونت خفيفى البنية ولهم سيقان خلفية طويلة ، وهذا يدل على أنه كان باستطاعتها أن تجرى على ساقين، وكان هذا البعض ديناصورات على وجه التقريب . وعاش منذ نحو ٢٠٠ مليون سنة ثيكوضونت آخر يبدو أنه كان مغطى بصفائح متداخلة بدون إحكام ، ويحتمل أنها كانت بداية الاتجاه صوب الريش.

عاشت الثيكوضونت حتى أوائل **العصر الچوراوى** ، أى قبل نحو ١٩٣ مليون سنة وأتت عليها آنذاك موجة إنقراض جماعى أخرى ، لكنها كانت قد تركت عندئذ أنواعًا منحدرة منها عاشت، ومنها نشأت الديناصورات والتيروصور والتمساحيات والطيور .

وإذا كانت الثيكوضونت أول الأركوصورات ، فإنها بالتأكيد لم تكن أول الزواحف. لقد انحدرت من بعض الزواحف التى نجت من الانقراض البرمى ، واسمها الـ " إيوسوشيان " Eosuchians " (" التماسيح البازغة ") وكان أول نشأتها قبل نحو ٢٩٠ مليون سنة فى نهاية العصر الكربونى . وقد نمت بغزارة ، بل عاش بعض منها بعد الانقراض الطباشيرى ولم تختف تمامًا إلا منذ نحو ٥٠ مليون سنة فى **الإيوسين** ، عندما حلت فترة أخرى من الإنقراض الجماعى .

وفى وقت مبكر تحول بعض الإيوسوشيان إلى ثيكوضونت، وبعض آخر إلى ليبدوصورات وهم أسلاف التوارتارا والسحالى والثعابين ، وكان الإيوسوشيان أول زواحف لها جمجمة بفتحتين ، وإن ظلت أسنانها بدائية.

وقد أنحدر الإيزوسوشيان من الـ " كوتيلوصور " (" سحالى كأسية " ، وسميت كذلك لأن فقارها فى شكل الكأس) ، وربما جاء الكوتيلوصور إلى حيز الوجود قبل ٣٠٠ مليون سنة ، فى العصر الكربونى المتأخر، ويبدو أنهم كانو أهم الزواحف الأصلية التى انحدرت منه كل الزواحف الأخرى (وكذا الطيور والثدييات) . وجمجمة الكوتيلوصور بفتحة واحدة مثل جماجم السلاحف البرية والبحرية.

وأهم شىء فى الكوتيلوصور والمميز الفاصل بين الزواحف بوجه عام والفقاريات التى نشأت قبلها ، هو البيض الذى تبيضه الزواحف. و الحيوانات الأشد بدائية ، فى هذا الصدد ، من الزواحف يجب أن تودع بيضها فى الماء ، لأن هذا البيض يجف بسرعة لو أنه بيضَ على اليابسة ثم يموت ، وهذا يعنى أن أسلاف التماسيح كانوا مضطرين **لقضاء الفترات** الأولى من حياتهم فى الماء .

وقد طور الكوتيلوصور بيضه محمية ، يمكن إخراجها على اليابسة. ففى المقام الأول ، يحيط بالبيضة غلاف يحميها مكون من حجر جيرى رفيع (كربونات الكالسيوم) ، ينفذ منه الهواء دون الماء . ويستطيع الهواء الوصول إلى الجنين الذى ينمو فى الداخل ، لكن الماء لايمكن أن يخرج من الغلاف . وينمو الجنين فى حوض صغير من الماء المحفوظ داخل البيضة ، وتحدث سلسلة متعددة من التواؤمات تسمح للجنين بالتخلص من النفايات ، وهذه تندسّ فى أغشية أخرى .

وبيضة الزواحف ، التى طورتها بعض العينات البدائية من الكوتيلوصور منذ نحو ٣٠٠ مليون سنة ، هى التى جعلت كل الأحياء البرية للفقاريات التى جاءت بعد ذلك (شاملة الزواحف والطيور والثدييات) ممكنة ، ولذلك تعتبر بيضة الزواحف أهم " اختراع " أتت به الفقاريات فى مجال التكاثر ، لم يضارعه شىء لغاية " اختراع " المشيمة على يد الثدييات الأكثر تقدماً بعد ذلك بنحو ٢٣٠ مليون سنة .

لكن رغم أن الزواحف وماانحدر منها كان بإمكانها أن تعيش تماماً على اليابسة ، فمن الواضح أن الزواحف لابد أن تكون انحدرت من حيوانات أكثر بدائية كانت تعيش فى الماء بعض الوقت على الأقل فعلينا أن نتساءل إذن ، **ماذا كانت بداية الحياة البرية أيا كان نوعها ؟**

- 11 -

الحياة على اليابسة

الحياة فى الماء سهلة جدًا من بعض الوجوه . فالماء يقدر على تعويم الأشياء، ويحمل الكائنات الحية ، على الأقل إلى حد كبير . وما يعيش فى الماء ليس مضطراً لمقاومة الجاذبية ؛ إنه يعيش فى عالم ثلاثى الأبعاد ويقدر على التحرك بسهولة ، ليس فقط إلى الأمام وإلى الوراء ، وإلى اليسار وإلى اليمين، بل أيضا إلى أعلى وإلى أسفل .

صحيح أن الحيوانات الطائرة تعيش أيضًا فى عالم ثلاثى الأبعاد، ولكن الطيران فى الهواء يتطلب طاقة أكبر كثيراً من السباحة فى الماء . فلكى تطير الطيور والنحل (والتيروصور أيضًا ، كمجرد احتمال) يجب أن تكون ذات دم حار ، يحافظ على معدل أيْض مرتفع - أى ينتج طاقة على مستوى عالٍ . أما الحشرات ، وهى ذات دم بارد، فإنها تعوض ذلك بكونها صغيرة جداً بحيث تكفى قدرة الهواء المحدودة على جعل الأشياء تطفو، لأن يرفع عنها قدراً على الأقل من احتياجها إلى تحمّل وزنها .

أما فى البحار فمن الممكن أن تكون الكائنات الحية ذات دم بارد ، وكبيرة فى الوقت ذاته. فيمكنها أن تسبح ببطء ، ومتماسكة- إن جاز القول- بدون أن تقع ، فى حين أن الطيور مضطرة إلى أن تظل مسرعة وأن تنفق فى سبيل ذلك قدرا كبيرا من الطاقة كل تظل محلقة فى الهواء . وحتى الطيور الكبيرة التى يمكنها، بالاستعانة بالتيارات الهوائية ، أن تحلق فترات طويلة وهى لاتكاد تنفق أى طاقة ، عليها أن تنفق قدراً كبيراً من الطاقة لتبدأ فى الارتفاع فى الجو .

ثم إن درجات الحرارة لاتتغير تغيرًا كبيراً فى البحار ، والبيئة مستقرة فى معظم أنحاء البحار . يضاف إلى ذلك أن الماء ضرورة حتمية للحياة والمحيطات عبارة عن ماء بنسبة ٩٦,٧ فى المائة .

والواقع أن البحر المحيط بيئة معتدلة إلى درجة أن هذه الصفة بالتحديد يمكن أن تشكل عائقًا خطيراً فى ظروف معينة . فالكائنات الحية التى تعيش فى المحيطات الاستوائية الدافئة ، متكيّفة مع بيئة البحار اللطيفة التى لاتتبدل . ولكن عندما تنخفض درجة حرارة المحيطات الاستوائية بعض الشىء ، نتيجة لحلول عصر جليدى

مثلا ، فإن أنواع الكائنات الحية تجد أنه لايمكنها أن تتحمل التغيير . ويبدو أن الأحياء البحرية الاستوائية تعانى إلى مدى غير عادى فى فترات الانقراض الجماعى ، وهذا يرجع على ما نظن إلى عدم قدرتها على تحمل البرودة .

ومع ذلك فإن أزمنة الاقراض الجماعى إنما تشكل نسبة ضئيلة من مجموع الحقب التي عاشتها الكائنات الحية على الأرض ، وقد ظلت البيئة المحيطية مستقرة ملايين عديدة من السنين المتواصلة واستمرت الحياة هادئة فى الأساس .

قد يبدو إذن أنه ليس هناك سبب يذكر يغرى الكائنات الحية بترك الماء إلى اليابسة .

ذلك أنه لكى تخرج الكائنات الحية من المياة لتعيش على سطح الأرض اليابسة ، يجب عليها أن تستحدث آليات تحميها من التجفف ، وأن تكون قادرة على تحمل درجات حرارة يمكن - فى بعض الأحيان - أن تزيد كثيراً أو أن تقل كثيراً عما قد تصادفة فى البحار . يجب أن تكون قادرة على تحمل عوامل بيئية مثل : ضوء الشمس المباشر ، والمطر ، والثلج ، والرياح . ولكى تتقدم ، عليها أن تهتز أو أن تزحف ببطء على مسطح ثنائى الأبعاد، أو أن تطور لنفسها أطرافا قوية بما فيه الكفاية لرفعها تماما عن الأرض فى مواجهة شد من الجاذبية لاتلطِّفه القدرة التعويمية للماء.

ولايقف الأمر عند هذا. ففى البحر يوجد أكسچين ذائب فى الماء ، وهذا الأكسچين يمكن أن يمتصه الكائن البحرى بواسطة أعضاء، اسمها الخياشيم ، غنية بالأوعية الدموية . ويمر الماء فوق الخياشيم بدون انقطاع ، ويتسرب الأكسچين من ماء البحر إلى الدم . وفى البحر أيضا يمكن إخراج النفايات (التى قد تكون سامة فى حد ذاتها) إلى الماء بمجرد تكوينها فتنوب فى الماء دون أن تضر ، نظراً لأنها تتعرض لتغييرات كيميائية وبيولوچية تمنعها من التراكم بكميات خطرة .

أما على اليابسة ، فيجب الحصول على الأكسچين من الهواء، ويجب أن يذوب فى الرطوبة التى تبطِّن الرئة من الداخل قبل أن يتسنى استخدامها . وهذه الرطوبة يجب الاحتفاظ بها وعدم السماح لها أبدا بأن تجف . وهذا نظام أشد تعقيداً بكثير ممايلزم فى الماء.

ثم إنه لايمكن لحيوانات اليابسة أن تتخلص من نفاياتها تباعًا لأن ذلك لايمكن أن يتم إلا إذا كانت النفايات فى محلول مائى ، ومن شأن هذا تبديد كمية من الماء الثمين للغاية ، وعندئذ يجف حيوان اليابسة ويموت سريعًا . وبدلاً من ذلك لابد أن يتاح للنفايات ، لدى حيوانات اليابسة ، أن تتراكم إلى حد ما ، ويجب أن تتحول إلى منتجات ليست شديدة السمِّية ، ويجب التخلص منها فى النهاية بأقل قدر من الماء .

يضاف إلى ذلك أن البحر يموج بالحياة ، وهذا يعنى أنه زاخر بالغذاء ، فى حين أن الأرض الجافة مجدبة إذا قورنت به ، ويصدق هذا حتى اليوم ، وكان يصدق أكثر كثيراً منذ ملايين السنين .

فلماذا إذن يجب على الكائنات الحية فى البحار أن تطور صنوفًا شتى من أساليب التوائم شديدة التعقيد ، كى تهيئها للحياة على اليابسة ، مع أن الحياة فى البحار أيسر كثيرًا وأفضل ؟

عليك أن تفهم أن التطور الارتقائى ليس عبارة عن تغيير مقصود. إن الكائنات الحية لم " تُرد " أن تنتقل إلى اليابسة.

إن كون الحياة فى البحار لينة جدا يعنى أن البحار تعّج بصور من الأحياء تأكل وتؤكل . والمنافسة ضارية . وعندما تتمدد أطراف مياه المحيط فى حالة المدّ ، عادة ماتتجب الكائنات الحية التوغل كثيراً أعلى الشاطىء المنحدر، لأنها كلما تقدمت زادت احتمالات تعرضها صدفة لخطر زوال الماء عند انحساره فى حالة الجزر فتتعرض للموت.

ولكن إذا حدث أن تمكن كائن حىٌ ما من البقاء حيًا فترة قصيرة دون غطاء مائي فإنه يستطيع أن يظل حياً إذا وصل فى المنحدر إلى منسوب أعلى ممّا تستطيعه الكائنات الأخرى ويكون فى ذلك المكان أكثر أمنا من الافتراس . كما أنه يكون أقل تعرضا للمنافسة فى العثور على مايوجد هناك من غذاء . وبوسعنا أن نتصور سلسلة من عمليات التكيف تشبه القفزات الضفدعية ، تعيش بها الكائنات حياة أفضل إذا استطاعت أن تتحمل عدم وجود الماء لفترات أطول فأطول ، وتارة تكتسب إحدى الكائنات ميزة ، وتارة تكتسب غيرها ميزة أخرى . وهذا لايحدث سريعًا بطبيعة الحال ، ولكن يمكنك على مدى ملايين السنين أن تحصل فى النهاية على كائنات حية حسنة التكيف مع الحياة على اليابسة لفترات طويلة على الأقل ، إن لم يكن على الدوام .

وقد يحدث أيضًا أن تجد الكائنات الحية التي تعيش فى حيز ضيّق من الماء أن الماء يصبح أُجاجًا وأن نسبة الأكسچين المذاب تنخفض . ففى مثل هذا الظرف الطارئ يستطيع كل كائن حى قادر على استنشاق جرعة من الهواء وعلى استخلاص الأكسجين منها ، أن يجتاز حيا مثل هذه الفترة التي يسود فيها ماء أجاج ، و هذا يعطيه ميزة . وقد طورت بعض الأسماك لنفسها رئات بدائية لهذا الغرض .

كما أن الكائنات الحية التي تعيش فى برَك قد تجد أن البركة يمكن أن تجف أثناء فترة جفاف ، بحيث لايعود ثمة مكان لما تحويه من أحياء ، وكل كائن حى ينجح فى الإنثناء أو الزحف من تلك البركة إلى بركة أخرى قريبة وأكبر منها يستطيع البقاء على قيد الحياة فى أوضاع أفضل ، وحبذا لو كانت زعانفه أو سباحاته قوية بما يكفى لكى تحمله أثناء الرحلة ولو تحرك متثاقلاً .

حتى انقضاء نحو ثلثى الحُقب الپاليوزوى ، كانت جميع الكائنات الحية تعيش فى الماء وكانت الأرض مجدبة . وكانت أكثر الفقاريات تقدمًا والحية آنذاك هى الأسماك (ومازالت مسيطرة علي المحيطات اليوم) .

غير أن الضغوط التي نشأت فيالبحار أفضت إلى ظهور أسماك تستطيع تحمل ضوء الشمس وتجنب التجفف ، ولها رئات وسيقان ، وهلم جرا .

مضت مدة طويلة بعد نشوء هذه الفقاريات التى تعيش علي اليابسة ، دون أن يحدث نوع واحد من التكيف مع الأرض . وكان بيض الفقاريات لايبقى حيًا على الأرض (وذلك قبل أن تطور الكوتيلوصور بيضَ الزواحف) . ومهما ازدهر الحيوان ذو الفقار علي اليابسة ، فإنه كان مضطراً دائمًا للعودة إلى الماء كى يبيض . وكان على الصغار الناتجين من ذلك البيض أن يظلوا فى الماء فى المراحل المبكرة من عمرهم وتنشأ لهم ببطء سيقان ورئات وما إليها تمكنهم من العيش على اليابسة بوصفهم حيوانات بالغة.

وترتب على اضطرار هذه الحيوانات إلى العيش مرحلة من عمرها فى الماء ومرحلة أخرى على اليابسة ، أن صُنّفت فى طبقة البرمائيات (المقابل العلمى مشتق من كلمتين يونانيتين معناهما: "حياتان "). كانت البرمائيات هى الفقاريات الأولى القادرة على العيش على اليابسة فترات طويلة . ومع ظهور بيضة صالحة لأن تباض على اليابسة ، تطورت بعض البرمائيات إلى زواحف، تطورت بدورها بمرور الزمن إلى ثدييات وطيور.

هكذا يمكن تسمية الحقب المختلفة بأسماء الفقاريات الأكثر تقدمًا فى كل فترة، فالپاليوزوى الأوسط هو حين **الأسماك** ، والپاليوزوى المتأخر هو حين البرمائيات ، والميزوزوى حين الزواحف ، والكينوزوى **حين الثدييات** .

الطباشيري
الأجراف البيضاء الشهيرة في دوفر

الجوراوي
نتوءات جبال على حدود فرنسا وسويسرا

الترياسي
صخور ذات ثلاث طبقات

الزواحف
الطيور
الثدييات

*

٦٥ م س ق م
انقراض الزواحف العملاقة

١٣٥ م س ق م

١٥٠ م س ق م

١٩٠ م س ق م

٢٢٥ م س ق م

ترايسيراطوبس
أنكيلوصور
دينوسوكوس
برونطوصور
مونوتريما
ديناصورات
تماسيح
أركوصور
تيروصور
تيروصورس فينيت
٧٠ م س ق م الإكثيورنيس الهسبيرورنيس
١٤٠ م س ق م أركيوبتيركس
١٣
١٢
طليعيات
٧٥ - ٨٠ م س ق م الجرابيات
بانتوثريا
٢٠٠ م س ق م ثدييات بدائية
١٩٧ م س ق م تيكوضونت
ليبيدوصورات
سابقة الثدييات

ترايسيراطوبس
الكنغر
هسبيرورنيس
الأنكيلوصور
دينوسوكوس
أركيوبتيركس
تيروصور
تماسيح
تيكوضونت
زواحف ثديية

ولسنا نقصد بهذا أن الثدييات حلت كلياً محل الزواحف التي كانت قد حلت كليا من قبل محل البرمائيات . فالزواحف والبرمائيات والأسماك بل والكائنات الحية الأبسط حتى أدنى السلم حيث نكاد نصل إلى أبسط الكائنات التى عاشت فى يوم من الأيام ، مازالت موجودة الآن ، وكلها فى تنافس مع بعضها البعض ، وكلها ناجحة بشكل أو بآخر فى صُقع معين ذى بيئة ملائمة .

تظهر البرمائيات الأولى فى السجل الأحفورى قبل بداية العصر الكربونى مباشرة. وهى واضحة بجلاء فى نهاية الديڤونى الذى دام من ٣٦٠ م س م رجوعا إلى ٤١٠ م س م ، أى مدة ٥٠ مليون سنة. فسجل البرمائيات يعود إذن إلى نحو ٣٧٠ مليون سنة مضت ، ومن ثم تكون قد وجدت على اليابسة ٧٠ مليون سنة قبل ظهور أول زواحف بذات بيض متكيّف مع اليابسة .

كانت البرمائيات هى الشكل السائد للحياة على اليابسة خلال الشطر المبكر من العصر الكربونى ، وفى العصر البرمى الذى أعقبه كانت منها أنواع مصفحة وكبيرة جداً . و لم يكن منظرها يختلف كثيراً عن الزواحف البدائية التي كانت على وشك الظهور . وأكبر حيوان برمائى معروف هو الـ " إيوجيرينوس " **Eogyrinus** (باليونانية " أبو ذنيبة البازغ " ، رغم أنه كان أقرب شبها إلى القاطور منه إلى أبو ذنيبة) . وكان طوله يصل إلى ١٥ قدماً (٤,٥ متر) .

بيد أنه مع نشوء الزواحف اضمحلت البرمائيات الكبرى وانقرضت بنهاية العصر الترياسى . وفى ذلك الوقت أخذت تنمو البرمائيات من النوع الحديث ، وساعدها على البقاء ، لاحجمها ولاتصفيحها ، بل صغر حجمها ولونها القاتم . والبرمائيات الحديثة حيوانات صغيرة بوجه عام : الضفدع ، وضفدع البر (العلجوم) ، والسمندل ، والسيسليان الذى ليس له سيقان . وأكبر نوع من البرمائيات يعيش الآن هو السمندل العملاق الصينى، ويبلغ طوله ٣ أقدام (متر واحد) ، وإن وردت أنباء عن وجود أفراد منه يصل طولها إلى ٥ أقدام (١,٥ متر) .

فالفقاريات بدأت تعيش على اليابسة منذ ٣٧٠ مليون سنة ، وكانت هى البرمائيات الأولى ، ولكن كانت على اليابسة أحياء تستقبلهم لأن المفصليات نجحت فى احتلال اليابسة قبل الفقاريات . وكانت المفصليات تتمتع بعدد من المزايا مكّنتها من ذلك.

فمن الناحية الأولى المفصليات صغيرة بوجه عام ، والأنواع التى صعدت على اليابسة كانت صغيرة جداً ، بحيث لم تؤثر الجاذبية عليها.

ومن ناحية أخرى للمفصليات ، بعكس الفقاريات ، هيكل خارجي من القَيْتين ، وهى مادة مختلفة تماماً عن عظم الفقاريات . والواقع أن القيتين من الناحية الكيميائية أوثق اتصالا بالسليلوز الذى يتكون منه الخشب. وفى حين أن بنية السليلوز مشكّلة من وحدات من السكر ، فإن القيتين يحتوى علي وحدات السكرهاته زائد مجموعات تحوى نتروچين أيضًا . والقيتين شوكى وصلد ومرن إلى حد ما ، ويفيد فى حماية المفصليات تحت الماء ، وتستمر الحماية على اليابسة وتفيد فى تخفيف آثار ضوء الشمس وفى إبطاء عملية التجفيف.

وفضلا عن ذلك ، نمت للمفصليات - القاطنة فى قاع البحار - أطراف مكسوة بالقيتين ، صلبة بما يكفي وقوية بما يكفى لرفعها من قاع البحر بمعاونة قدرة الماء على التعويم . وبما أن المفصليات كانت صغيرة ، فإن تلك الأطراف كان بمقدورها أن تتحملها علي اليابسة فى مقاومتها لشد الجاذبية.

ثم إن مشكلتى الحصول على أكسچين والتخلص من النفايات، كانتا أيسر حلاً بالنسبة للمفصليات الصغيرة .

ولقد كانت الحشرات أنجح المفصليات بطبيعة الحال ، ولكن ليس لدينا معلومات أحفورية تُذْكَر بشأن تلك الكائنات الصغيرة والهشة. كانت أكبر حشرة معروفة وجدت فى يوم من الأيام يعسوبًا ازدهر قبل نهاية الطباشيرى، وبلغت بسطة جناحيه ٢,٢٥ قدم (٠,٦٦ متر) ومع ذلك كانت كل الحشرة تقريبًا مكونة من أجنحة، ولم يكن الجسم نفسه كبيرًا على الإطلاق.

ومن المحتمل أن تكون حشرات بدائية بلا أجنحة (ويوجد بعض منها حتى اليوم ، ومثل الإذنيب) قد وصلت إلى اليابسة منذ ٣٧٠ مليون سنة ، أى تقريبًا فى وقت نشوء الفقاريات ، ولكن ذلك كان ثانى غزو تقوم به المفصليات.

أما الغزو الأول للمفصليات فشمل العنكبوتيات (مثل العناكب ، والعقارب وأبرز ماتختلف فيه عن الحشرات هو أن لها ثمانى سيقان وليس ستا ، وفصين وليس ثلاثة، وهى بلا أجنحة) ، ويمكن أن نضيف إلى هذا بعض الحيوانات غير المفصلية مثل القواقع وبود الأرض . وأول حيوانات بدائية من هذا الصنف غامرت بالسير على اليابسة ربما اتخذت هذه الخطوة من نحو ٤٠٠ مليون سنة فى فجر **الديفونى** .

وبالتالى، فإن أول برمائيات غزت اليابسة وجدت نفسها فى وسط تزدهر فيه مخلوقات صغيرة شتى ظلت تتكاثر وتتنوع على مدى ٣٠ مليون سنة . لذا بوسعنا أن

نتصور أن هذه البرمائيات كانت تتغذى بحشرات وما إليها . (والواقع أن الضفادع الحديثة مازالت تعيش على الحشرات).

ولكــن علام تغتذى الحشرات والكائنات الصغيرة الأخرى ؟ هل كانت تأكل بعضها ؟ إن هذا ليس طريقة لحلّ مشكلة الغذاء فى المدى الطويل ، لأن التغذية لاتنقل كل المواد التى يتكون منها المأكول إلى أنسجة الآكل . وتلك عملية غير منتجة لأنها لاتستخدم على أقصى تقدير سوى ١٠ فى المائة من كتلة المأكول لبناء أنسجة الآكل، ويستغنى عن الـ ٩٠ فى المائة الباقية كفضلات أو تحول إلى طاقة محركة لنشاط جسم الآكل ثم تطلق فى صورة حرارة .

ومن ثم فإنه لو لم تكن توجد سوى حيوانات ، ولو من عدة أنواع مختلفة ، لسرعان ماأكلت بعضها بعضًا حتى تفنى جميعًا .

والواقع أنه فى العالم حولنا تعيش معظم الحيوانات على النبات، وتعيش بعض الحيوانات على حيوانات أخرى، ولكن المرجح أن الحيوانات التي تؤكل تكون قد عاشت علي النبات . وحتى إذا كانت هناك حيوانات تأكل حيوانات أخرى تأكل بدورها حيوانات أخرى وهلم جرا ، فإن السلسلة كلها ترتكز فى النهــاية ، فى المدي الطويل ، على حيوان يأكل نباتات ، وهذا يمكّن الحيوانات من أن تعيش إلى مالانهاية .

ولكن كيف يتأتى ذلك ؟ ألا تحتاج النباتات إلى أن تأكل هى الأخرى ؟ أليست مضطرة لاكتساب طاقة تحفظ أنسجتها حية أسوة بما تفعل الحيوانات ؟

بلى، ولكن الغذاء فى حالة النباتات ليس أنسجة أى كائن حى آخر . إن الغذاء هو ثانى أكسيد الكربون المأخوذ من الهواء ، زائد الماء والمعادن المأخوذة من المحيطات أو من التربة . وزاد الطاقة يستخلص من شىء بسيط ولانهاية له فى الظاهر ، ألا وهو ضوء الشمس . ومتى كانت لدينا جزيئات بسيطة وضوء الشمس ، استطاعت النباتات أن تنمو وتتكاثر إلى مالانهاية برغم أعمال النهب الذى تنزله بها الحيوانات المغيرة باستمرار على الغذاء الذى تشقى النباتات فى تكوينه.

وتسطيع النباتات استخدام ضوء الشمس بفضل مادة كيميائية خضراء تسمى **اليخضور** " الكلوروفيل " (من كلمتين يونانيتين، معناها: " ورقة خضراء ") وتحتوى عليهــا النباتات دون الحيوانات . لذلك عندما نتحدث عن نباتات تستخدم ضوء الشمس ، فإننا نقصد النباتات الخضراء ،لا النباتات الخالية من اليخضور مثل الفطر.

وهذا يعنى أن الحيوانات المعقدة التى تعيش الآن لم تكن لتستطيع العيش فى البحار إلا إن وجدت فيها أيضًا نباتات ونمت تلك النباتات أولاً. وفضلاً عن ذلك ، ماكانت الحيوانات تستطيع غزو اليابسة إلا إن كانت النباتات قد فعلت ذلك هى الأخرى وفعلته أولاً.

والنباتات التى مازالت تعيش فى البحار كانت ومازالت إلى اليوم ذات بنية بسيطة جدا . إنها تطفو فى الطبقات العليا من البحار حيث تستطيع تلقّى أشعة الشمس التي تحتاجها كمصدر للطاقة (تمتص أشعة الشمس كلية فى أعلى « الـ ٢٥٠ قدمًا "٧٥ مترًا" من الماء ، ومن ثم لاتعيش النباتات فى المياه الأكثر عمقا من ذلك ، أما الحيوانات فتستطيع النفاذ إلى أى عمق ، بطبيعة الحال).

وهذه النباتات البحرية البسيطة تمتص الماء والمعادن بل وثاني أكسيد الكربون من البحر المحيط بها وبصورة مباشرة ، وعَوداً إلي البحر تستطيع التخلص من فضلاتها (بما فيها الأكسچين ، وهو ما سنقول عنه المزيد فى موضوع لاحق من هذا الكتاب). وهذه النباتات البسيطة هي ، فى معظمها ، نتف من الحياة تسمي الطحالب algae ، وأشكالها الأكثر تعقيداً مثل عشب البحر هي مجرد كتل من الطحالب ، بل إن اسمها بالإنجليزية هو الكلمة التي تعنى « عشب البحر »).

ولكي تنجح النباتات فى العيش علي اليابسة ، لابد أن يكون لها نوع من السطح الخارجي لا ينفذ منه الماء فيصونها من التجفف فى الأجواء المحيطة الخالية – إلي حد بعيد – من الماء . ويجب أيضا أن تحتوي علي عامل تصليب يتيح لها أن تنمو مستقيمة رغم شد الجاذبية وأن تمد أجزاء منها إلي الخارج لاصطياد أشعة الشمس التي تحتاج إليها . وعليها أن تنميَ جذوراً تمسك بها بقوة فى الأرض وتمتص الماء والمعادن الذائبة من التربة . ويجب أن يكون لها ايضاً شبكة من القنوات تنقل الماء والمعادن من الجذور إلي كل أجزاء النباتات.

ونباتات اليابسة اشد تعقيداً بكثير من النباتات البحرية، والفرق بينهما أكبر بكثير من الفرق بين فقاريات اليابسة وفقاريات البحار، أو بين مفصليات ورخويات وديدان اليابسة وبين مفصليات ورخويات وديدان البحر .

ولو أن مقدار التغيير الذي كان مطلوباً هو المحكّ الوحيد ، لتوقعنا أن تكون النباتات تكيّفت مع اليابسة بعد الحيوانات بوقت طويل .

بيد أنه ، أيا كانت السهولة النسبية لانتقال أى شكل من أشكال الحياة الحيوانية إلى اليابسة ، كان يتعين أن ينتظر ذلك الانتقال حتي تكون النباتات هي أول الغزاة

الناجحين لليابسة . لقد كان على النباتات أن تنتقل إلى اليابسة أولاً لكى تكون مصدر غذاء للحيوانات ، قبل أن تستطيع الحيوانات الانتقال هى الأخري .

وقد أنجزت النباتات التقدم قبل بدء **الديفوني** . ووصلت إلي اليابسة أثناء العصر السلوري الذي دام من ٤١٠م س م رجوعا إلى ٤٤٠م س م ، أى مدة ٣٠ مليون سنة.

وأول نباتات معروفة بقدرتها على العيش علي اليابسة ، لم تكن لها جذور ، وكانت عبارة عن سيقان بسيطة متشعبة لاورق لها . ولكن كان لها شبكة من الأوعية - أى قنوات لنقل الماء والمواد المذابة. وقد ظهرت على استحياء على طرف الساحل منذ نحو ٤٥٠ مليون سنة .

وهذا ، إن صح ، يعني أنه كان أمام النباتات ٥٠ مليون سنة تتكاثر خلالها وتتنوع فيما يشبه جنة هادئة خالية من الحياة الحيوانية . (والمؤكد أن النباتات تتنافس فيما بينها، فى هدوء ولكن بشراسة ، على المياه الجوفية بتطوير شبكات متنافسة من الجذور ، وعلى الضوء بالصعود عالياً والانتشار عرضا.)

وعندما غامر التيار الرئيسى من الحياة الحيوانية - الحشرات والبرمائيات - بالانتقال إلي اليابسة ، كان العالم النباتى قبل نهاية **الديفوني** قد نما بسرعة وتوسع فى صورة الأشجار السامقة وشكل الغابات الأولى .

لكن لنعد الآن إلي البرمائيات . إنها لم تنبع من لا شيء بل تطورت من الأسماك التي هي فقاريات بحرية. فما هى بداية الفقاريات ؟ وبعبارة أخرى : بما أن الفقاريات جزء من شعبة الحبليات ، التى تشمل عدداً قليلاً من اللافقاريات القريبة منها ، فماذا كانت بداية الحَبْليات ؟

- 12 -

الحَبليات

كانت البحار زاخرة بالسمك في العصر الديفوني ، أي عندما أخذت اليابسة تَخضَرّ والحياة الحيوانية تجازف بالانتقال إلي اليابسة . والواقع أن العصر الديفونى بالتحديد هو الذي يسمي أحيانا « عصر الأسماك » .

ومازالت الأسماك هي الشكل السائد اليوم من الكائنات الحية فى البحار ، أى ٣٥٠ مليون سنة بعد نهاية الديفوني. غير أنه توجد اليوم حبليات من اليابسة عادت إلي البحر بدرجة أو أخري (حية البحر ، السلحفاة البحرية أو الترسة، البطريق، الفقمة ، الدرفيل، الحوت، وهلم جراً) تنافس السمك في موطنه وتفترسه . وهناك حيوانات من اليابسة ليست كائنات بحرية حقيقة، لكنها تتغذي سمكا إلي حد كبير مثل "مالك الحزين" و"القُندُس" . أما في الديفوني فلم يكن هناك تنافس أو خطر من هذا القبيل ، لأن الزواحف والطيور والثدييات لم تكن وجدت بعد.

وأنجح مجموعة من الأسماك في الوقت الراهن هي الـ " أكتينوپتيريجي " Actinopterygii(باليونانية تعني :« الزعانف المدعومة » ، لأن الزعانف عبارة عن جلد تصلب بفعل دعائم نصف قطرية شائكة) . والزعانف المدعومة ممتازة في التجديف .

وقد ظهرت الأسماك ذات الزعانف المدعومة منذ نحو ٣٩٠ مليون سنة في أوائل الديفوني، وتشكل الآن الغالبية الساحقة من نوع الأسماك . وأسوة بكل الكائنات البحرية يمكن أن يصبح حجمها كبيراً . وأكبر سمكة ذات زعانف مدعومة في العصر الحديث هي سمكة الشمس، وقد يزيد وزن الواحدة منها أحيانًا عن طنَّين .

وقد ازدهرت في العصر الديفوني مجموعة ثانية من الأسماك هي الـ "سركوپتيريجي "Sarcopterygii (" الزعانف اللحمية ") قدر ازدهار الزعانف المدعومة إن لم تفقها ازدهاراً. وفي السمك ذي الزعانف اللحمية ، كانت الزعنفة مكونة من فصّ من اللحم والعظم ممتد علي حافة الجلد ومن دعائم زعنفة عادية .

وكانت الأسماك ذات الزعانف اللحمية أقل مهارة في التجديف ، لكنها كانت تستطيع الوقوف علي زعانفها في حين أن الأسماك ذات الزعانف المدعومة لم تكن

تستطيع ذلك . وكانت ذات الزعانف اللحمية تستطيع أن تناور في قاع البحار ، وإن كانت تعيش في مياه ضحلة كان بوسعها في النهاية أن تتسلق الأرض بجهدٍ لفترات .

وربما حدثث ، لدى بدء ظهور الأسماك ذات الزعانف المدعومة اللحمية ، أنها كانت كائنات تعيش في المياه الضحلة ونمت لها أكياس بسيطة تستطيع ازدراد الهواء فيها، ومنه يمكنها امتصاص الأكسچين . ومثل هذه الأكياس تكمل مفعول الخياشيم وتسعف في حالة ماإذا صارت المياه الضحلة مالحة وطينية . إن هذه الأكياس كانت رئات بدائية .

وكانت الأسماك ذات الزعانف المدعومة تستطيع ، بفضل ماتوافر لديها من جهاز ممتاز للتجديف ، الغوص في المياه العميقة ، حيث كانت الخياشيم تؤدى مهمتها بصورة مرضية وحسنة . ولم تكن فى حاجة إلى الرئة البدائية فتحولت إلى كيس من الهواء يحتوى على قدر أو آخر من الهواء يمكنه تعويمها بقدر أو آخر يساعدها على الغوص أو الصعود فى الماء .

أما الأسماك ذات الزعانف اللحمية فنزعت إلى الاحتفاظ برئتها ، في بعض الحالات على الأقل ولكن بعد العصر الديڤونى بدأت الأسماك ذات الزعانف اللحمية تتخلى عن مواقعها لصالح الأسماك ذات الزعانف المدعومة التى بإمكانها استغلال المحيط بأكمله وفى أثناء الميزوزوى تناقصت الأسماك ذات الزعانف اللحمية ، ولم يبق منها اليوم سوى قلة قليلة.

وهناك بضعة أنواع من الأسماك الرئوية لاتزال موجودة إلى الآن ، وهى تعيش في مناطق محدودة بأستراليا وافريقيا الوسطى وفي وسط أمريكا الجنوبية ، ودائمًا فى أصقاع معرضة للجفاف حيث تعتبر القدرة على ازدراد الهواء ميزة . بل إن بعض الأسماك الرئوية تستطيع البقاء حتى إذا جفت تمامًا المياه التى تعيش فيها. عندئذ تظل مقولَبة في الطين الجاف ، فى نوع من **البيات الصيفى** ، وهو المعادل الصيفى للبيات الشتوى المألوف لدينا . وعندما تأتى الأمطار يلين الطين وتتكون أحواض وتعود الأسماك الرئوية إلى السباحة.

وربما تصور البعض أن الأسماك الرئوية ، بما لها من رئات ، كانت أسلاف البرمائيات ، ومنها تطورت سائر حبليات اليابسة كافة ، بما فيها نحن . لكن هذا تصور خاطئ لأن للأسماك الرئوية خصائص معينة لانجدها فى البرمائيات الباكرة، ومن ثم لايحتمل أن تكون الأولى من أسلاف الثانية .

ثمــة مجمــوعة أخــرى مـن الأسمــــاك ذات الزعــانــف اللحــمية وهـــى الـ " كروصوپتيريجيان " Crossopterygians" (من كلمتين يونانيتين معناهما : " زعانف طرفيـة ") . وكانت عظام زعانفـها مرتبـة في الأساس ترتيب العظام في البرمـائيات الباكرة (وترتيب العظام في أطرافنا ، فيما يتعلق بهذا الموضوع) . كما أنها من نواح أخرى شتى كانت تشبه البرمائيات المتأخرة.

ويعتقد أن ضربًا خاصًا من أسماك الكروصوپتيريجيان يسمى الـ "ريپيدستيان" (" الشـراع المروحيـة ") Rhipidistians خلّف البـرمـائيات، ثم انــدثر قـرابة أو قـبيل الانقراض البرمى . وقد عاشت أسماك الريپيدستيان المعدلة - أى البرمائيات - بعد الانقراض البرمى ومضت يعتريها المزيد من التطور .

والواقع أنه ساد آمـادًا طويلة الاعتقاد بأن كل الكروصوپتيريجيـان اندثرت منذ نحــو ١٥٠ مليــون سنة ، قــربب نهــاية العــصــر الچــوراوى ، وفـى زمن ازدهـار الديناصورات .

ثم حـدث في ٢٥ ديسـمبـر ١٩٣٨ أن جاءت سـفينة صـيـد، كـانت تصطاد أمـام سـواحل جنوب أفريقيا ، بسمكة غريبة طولها ٥ أقدام ، وتصـادف أن فـحصـها عالم الحيوان الجنوب إفريقى ج . ل . ب سميث ، فاعتبرها هدية عيد ميلاد لانظير لها ، إذا إنها كانت سمكة كروصوپتيريجيان بلا نزاع .

ولم تكن طبعًا سمكة ريپيدستيان، فقد انقرض هذ الصنف في حدود علــمنا . والذى حـدث هو أنه ، برغم أن الكروصـوپـتـيـريجـيـان كـانت في المقام الأول أسـمـــاك ميــاه عذبة (والبـرمـائيات حيوانات مياه عذبة إلى يومنا هذا) ، فقد طور فرع منها قـدرة على العـيش في الميـاه المالحـة وانتـقل إلى المحـيط . وكـان هذا الفـرع هـم الـ "سيليكانت" (اسم مركب من كلمتين يونانيتين، معناهما :" عمود فقرى مجوف " ، وهى إحدى سماتها) . والسيليكانت تعيش في أعماق المحيط ، ولم يلحظ وجودها إلا سنة ١٩٣٨ .

وقـد سـمع سـميث أول مـرة عن هذ السـمكة الغـريبـة من الآنسة لاتيمـر في مـتحف محلى جلب إليه الصيادون عينة منه. لــذلك أسمى سميث هذا النوع من السيليكانت " لاتيمريا " تكريمًا لها .

ولاتيمريا ليست بطبيعة الحال جدنا الأكبر السمكة ، لكنها في حدود علمنا العينة الوحيدة من الكروصوپتيريجيان الباقية على قيد الحياة ، ونحن انحدرنا من صنف آخر من الكروصوپتيريجيان.

وتشكل الأسماك ذات الزعانف المدعومة والأسماك ذات الزعانف اللحمية، معا، فصيلة الـ " أوستيكتى " (" السمك العَظْمى ") . ووجه الشبه بينهما أن لكليهما هيكلا عظميا مكتملاً يظهر فيه عمود فقرى مكون من فقار.

وربما جاء أقدم سمك عظمى إلى العصر السلورى ، قبل نحو ٤٤٠ مليون سنة. ولم تكن هذه أول كائنات حية لها هيكل داخلى ، لكنها كانت أول كائنات حية كونت لنفسها هيكلاً داخليًا من العظم . وحدث هذا لدى بدء مغامرة النباتات بالانتقال إلى اليابسة ، وقت أن لم تكن أى حيوانات قد فعلت ذلك بعد. وهكذا تكون العظام الداخلية أقدم من وجود أحياء حيوانية على اليابسة .

ومع ذلك ليس من الضرورى أن تكون العظام داخل الجسم . ففى أثناء العصر الديڤونى ، كانت هناك أسماك ليست أوستيكتية (عظمية – م) : إنها الـ "پلاكودرم " (باليونانية " الجلد المصفح ") . كانت لها هياكل داخلية من الغضاريف ، مادتها ألياف بروتينـية غليظة لكن خالية من المحتوى المعدنى ، خاصة هيدروفوسفات الكالسيوم الذى يدخل فى تركيب العظام. (ويمكن أن تحس بالفارق فى أنفك ، فطرفه متصلب بالغضاريف وهى مرنة وقابلة للإنثناء والقسم الأعلى متصلب بالعظم وهو مادة صلدة لاتلين).

غير أن الپلاكودرم كانت لها عظام في صورة درع حول رأسها والجزء الأمامى من جذعها . وكانت هذه العظمة الخارجية التى تتشكل منها " الصفائح " هى التى أعطتها اسمها ، وكانت تؤدى وظيفة الدرع الذى يحميها من الضوارى المفترسة ، وتبدو هذه الحماية شيئًا طيبًا لكن لها ثمن ، فلكى يكون الدرع فعالا يجب أن يكون قويا ومن ثم سميكًا وثقيلاً ، وبالتالى كانت الپلاكودرم لاتجيد السباحة واتجهت إلى البقاء في قاع البحار.

ويبدو بصفة عامة أن الحراك أجدى من الدرع، لدى الأحياء الحيوانية بشتى صورها. ومثال ذلك أنه من بين الرخويات يبدو الحبّار (السبيدج) أكثر ازدهاراً من المحارات ؛ ومن بين الزواحف السحالى أكثر ازدهاراً من السلاحف البحرية ؛ ومن بين الثدييات ، القوارِض أكثر ازدهاراً من المدرع (armadillo) .

ويبدو أن نوات الجلد المصفح تؤيد هذه الفكرة، إذ برغم كثرتها في العصر الديڤونى وكون بعضها كائنات مخيفة يصل طولها إلى ٣٠ قدما (٩ أمتار) ، فإنها لم تزدهر ، وفى نهاية الديڤونى كانت قد اندثرت كلها تقريباً .

أو بالأحرى كان الدرع الخارجى قد اختفى تماما . فقد رقّت الصفائح العظمية ، إذ كلما رقت الصفائح ، زادت سرعة وكفاءة السباحة ، والميزة المستمدة من ذلك عوضت الضعف الذى طرأ على الدرع . وفى النهاية وجد پلاكودرم (ذى الجلد المصفح) ليس له درع على الإطلاق، والمرجح أن انحدرت منه أسماك القرش الحديثة وأنواع متشابهة وبدأ ظهورها قبل ٣٩٠ مليون سنة .

والقرش ليس سمكة عظمية . وهو يختلف عن السمك العظمى في موضع الفم، وعدم وجود صفيحة خياشيم تغطى الخياشيم ، و عدم التماثل فى شكل ذيله . غير أن أهم وجه اختلاف في نظر علماء الحيوان هو أن أسماك القرش وما شابهها ليست لها عظام ، إن لها بالتأكيد هيكلاً داخليًا لكنه يتكون برمته من غضاريف ، لذلك تعتبر أسماك القرش والأنواع القريبة منها " كوندريكتيات " (Chondrichthyes) (باليونانية: " سمك غضروفى ") .

وهذا لايشكل إعاقة كبيرة لأسماك القرش . فالغضروف ليس في قوة العظم ولاينفع للعيش على اليابسة. وعندما يكون حيوان ما فى ضخامة البراكيوصور أو الفيل أو حتى الإنسان ، لن يجديه سوى العظم لمقاومة الجاذبية . وهذا هو السبب فى أن السمك العظمى هو الذى خرج من البحر إلى اليابسة ، ولم يفعل ذلك أى سمك قرش قط ، فمازالت هذه الأسماك ، كما كانت في البداية ، حيوانات مائية ليس إلا.

بيد أن الغضاريف قوية بما فيه الكفاية لتحمل الجسم في المياه . والواقع أنه ما دامت الغضاريف أخف وأكثر مرونة من العظام، فإنها تساعد على السباحة . والمؤكد أن القروش تسبح بمهارة، كما أنها ضوار مفترسة يخشى جانبها . والقرش الأبيض الكبير ، وهو أكبر القروش اللاحمة ، يمكن أن يبلغ طوله ١٥ قدمًا (٥, ٤متر) وأن يتجاوز وزنه طنًا بكثير. وكان هذ ا القرش هو الوحش المرعب في الفيلم السينمائى **Jaws.** وهناك أيضًا قروش أكبر حجما ، لكنها لاتقتات الحيوانات الكبيرة بل تنقّى النباتات والحيوانات الدقيقة الطافية في البحر(كما تفعل أكبر الحيتان) . ويوجد من هذه الكائنات الصغيرة كميات تفوق كثيرا ما يو جد من الكبيرة ، وبإمكانها أن تقوم بأود الحيوانات الكبيرة . وأضخم القروش هو القرش الحوتى ، ويمكن أن يقارب بعض أفراده ٦٠ قدما (١٨ متراً) طولاً ويزيد وزنها عن ٤٠ طنا . وربما وجدت قروش اندثرت الآن وكانت تقارب ٨٠ قدماً (٢٤متراً) طولا، وتضاهى أضخم الحيتان من حيث الحجم .

وتشترك القروش والأسماك العظمية في عدد من السمات . فلكليهما هيكل داخلى ، سواء من الغضاريف أو العظم . ولكليهما زوجان من الزعانف رسمت الطريق لظهور الأطراف الأربعة لجميع الحبليات اللاحقة ، بمن فيها نحن .

(وقد ضمرت واختفت طبعًا تلك الأطراف في بعض الحالات ، نذكر منها الطرفين الخلفيين في الحيتان ، والطرفين الأماميين في طيور الـ " كيوى " ، والأطراف الأربعة في الثعابين ، ولكن لم يكن أبدا لأى حبلى طرف خامس . وهناك بعض حيوانات ، جدير بالذكر منها السعدان العنكبوتى والأپوسوم (الفأرالكيسى) ، لديها ذيل طويل قابض بالالتفاف، ويكاد يؤدى دور طرف خامس دونى – ناهيك عن خرطوم الفيل.)

وهناك أيضًا ماقد يفوق كل ماعداه أهمية ، ألا وهو أن للقروش وللأسماك العظمية فكاكا . فقد انثنت قنطرة خيشوم بدائى في وسطها، وغدت قادرة على الفتح والغلق . وإذا زُوِدت الفتحة بأسنان حادة أصبح لديك سلاح وأداة غاية فى الكفاءة .

لذلك يمكن الجمع بين السمك الغضروفى والسمك العظمى بوصفهما السمك ذا الفك ، وربما كان أول سمك بفك كائنًا بدائيًا ذا جلد مصفح يرجع تاريخه إلى نحو ٤٥٠ مليون سنة مضت ، فى العصر الأردوفيسى الذى سبق السلورى . ويمتد العصر الأردوڤيسى من ٤٤٠ م س م إلى ٥٠٠ م س م أى أن مدته ٦٠ مليون سنة .

ومع ذلك هناك أسماك أكثر بدائية ، أسماك ليس لها فكّ ، وتسمى " أجناث "Agnathous" (باليونانية " لافك ") . ففي الديڤونى ، حيث كانت تعيش أسماك جد متنوعة من كل صنف ، كانت هناك الـ " أوستراكوردم " (باليونانية " جلود صدفية ") الأجناثية التى كان لها مثل الپلاكودرم درع عظمى خارجى، لكنْ لم يكن لها فك ولم يكن ظهر لها زوجان من الزعانف . والمرجّح أن أكثرها كانت كائنات تسكن قاع البحار وتمتص الماء فى أفواهها المفتوحة دومًا وتستخلص منه أى شىء ، حىّ أو ميت ، قابل للهضم .

ولم تكن الأوستراكودرم أنجح من الپلاكودرْم في تنافسها مع الأسماك المتحركة غير المصفحة ، وفى نهاية الديڤونى كانت قد اندثرت، تاركة وراءها نسلاً غير مدرعين ، لايزال قليل منها باقيا إلى اليوم . وأشهر الأجنات الموجودة الآن سمكة الجلكا وهى تشبه الأنكليس (سمك الثعابين) لكن ليس لها زعانف مزدوجة ولاقشر، ولافك طبعًا .

وكانت الأوستراكودرم أول كائنات حية تتكون لها عظام ، لكن هيكلها الداخلى كان غضروفيا كما البلاكودرم . وكان لها أيضاً عمود فقرى مكوّن من فقار.

والقاسم المشترك بين كل هذه الأسماك المتنوعة - سواء كانت بفك أو بدون ، زعانف مزدوجة أو بدون ، بعظام أو بدون - هو الهيكل الداخلى ، والعمود الفقرى المكون من فقار. كما أن كل الكائنات المنحدرة من هذه الأسماك التى خرجت إلى اليابسة وتابعت تطورها هناك - وهى البرمائيات والزواحف والطيور والثدييات - لها أيضاً هذا الهيكل الداخلى والعمود الفقرى المكّون من فقار.

لذلك فإنها كلها، من الأجنات إلى الإنسان ، تصنف **كفقاريات** . وأقدم الفقاريات هى الأوستراكودرم التي ربما ظهرت أول ماظهرت فى العصر الأروفيسى قبل نحو ٥٠٠ مليون سنة. ومن ثم إذا تحسّست العُجر الجارية من أعلى إلى أسفل الجزء الأوسط من ظهرك ، فإنك تُحسّ بقسمة في جسمك موجودة منذ نصف مليار سنة . والعظم الذى تتألف منه تلك العجر ، وإن لم يكن موجوداً دائماً فى الفقار ، له وجود هو الآخر منذ نحو نصف مليار سنة .

ومع ذلك تنتمى كل الفقاريات إلى شعبة الحبليات . فهل الفقاريات هى كل ما تحتوى عليه شعبة الحبليات ؟ أم أن هناك حبليات **ليست** فقاريات ؟

فيما يلى الطريقة التى نستطيع بها أن نعقلها . **أولاً** : كل الفقاريات لها حبل عصبى مركزى مجوف يجرى بطول الظهر ، والواقع أن الحبل العصبى مطوق بفقار العمود الفقرى . أما فى الشُعب الأخرى ، فالحبل العصبى ، إن وجد ، يكون مصمتاً لا مجوفاً ، ويجرى بطول البطن وليس بطول الظهر .

ثانيــا : كل الفقاريات لها حلق مثقــوب بفعل شقوق خيشومية يمكن أن يمر الماء عبرها . ويمكن ترشيح هذا الماء لامتصــاص الغــذاء كما يمكــن امتصاص الأكسچين، ولا وجود لهذه الأعضاء فى الشُعب الأخرى . والمؤكد أن تلك الشقوق الخيشومية غير موجودة فى فقاريات اليابسة مثلنا، ولكن إذا تتبعنا تطور الجنين لدى تلك الفقاريات ، سنجد أن شقوقاً خيشومية تبدأ في التكون في مرحلة باكرة لكنها تتلاشى . ويصدق هذا حتى بالنسبة للجنين البشرى. ويوجد من هذا القبيل آثار كثيرة لمراحل بدائية جدا فى تطور الجنين - ومثال لذلك أن الجنين البشرى يظل لفترة ما وبه بداية تكوين ذيل. ومثل هذه الأشياء تعتبر من الأدلة القوية المؤيدة لوجود التطور البيولوچى.

ثالثــا : جميع الفقاريات يكون لها ، لفترة ما أثناء تطورها وهى فى طور الجنين ، قضيب داخلى آخذ في التصلب ، مكون من مادة غروية مرنة خفيفة كثيفة القوام تجرى بطول الظهر من فوق إلى تحت ، وهذا مايسمى " نوتوكورد» Notochord " (باليونانية "الحبل الظهرى "). وفى كل الفقاريات تحل الفقار محل ذلك الحبل قبل اكتمال تطور الجنين ، لكنه يكون موجوداً دائماً فى أول الأمر.

لنفرض أن هناك كائنات حية لها فى الظهر حبل عصبى مجوف وشقوق خيشيومية وحبل ظهرى . فى هذه الحالة ينبغى اعتبارها ذات قرابة بالفقاريات ولو لم تتكون لها أبداً فقار أو أى سمات متخصصة مما تتميز به عديمات الفك والسلالات المنحدرة منها .

ويمكن جمع هذه اللافقاريات مع الفقاريات لتتشكل من هذه وتلك شعبة الحبليات (سميت كذلك بسبب الحبل الظهرى) . والواقع أن مثل هذه الحبليات غير الفقارية موجودة فعلاً ، ولكن لايوجد منها سوى القليل، وليس من بينها نموذج واحد مشهود بنجاحه في أسرة الكائنات الحية.

فهناك مثلاً كائن صغير يشبه السمك، ولايزيد طوله عن ٣ بوصات (٧,٥ سنتيمتر) على الأكثر ، وليس له رأس ظاهرة لكنها موجهة صوب كلا الطرفين بحيث يبدو فى الواقع بنفس المنظر جيئة أو ذهاباً وهو يسمى " **أمفيوكس** "(باليونانية " مزدوج التوجه ") .

إنه كائن بدائى للغاية بل ليس له مخ ، لكن له حبل عصبى ظهرى مجوف ، وله شقوق خيشومية ، وله حبل ظهرى يجرى بطول جسمه . وليس له هيكل داخلى عدا الحبل الظهرى، وليس له فقار، ومن ثم فإنه ليس من الفقاريات لكنه مع ذلك من الحبليات .

ثم هناك الزقّى (أو المزنّر) tunicate ، أو ذو السترة . وهو لا حراك له كالمحارة وإن كان له ، بدلاً من الصَدفَة ، سترة (ومنها اشتق اسمه) خارجية جلدية صلبة. وليس له حبل ظهرى ولا حبل عصبي – لكن له شقوق خيشومية ، بل الكثير منها.

بيد أن المزنرّ (ذا السترة) المذكور هنا هو الحيوان البالغ . فعندما يفقس بيض ذي السترة يخرج منه شئ يشبه اليرقة ، علاقته بذي السترة البالغ مثل علاقة أبي ذنيبة بالضفدع .بل إن يرقة ذى السترة أشبه بأبي ذنيبة. لها رأس بشقوق خيشومية وذيل يساعدها علي التحرك. وفي هذا الذيل حبل ظهرى طويل فوقه حبل عصبى ظهرى .

وعندما يكتمل بلوغ ذو السترة يستوعب الذيل الذي يختفي ومعه الحبل الظهري والحبل العصبي الذي بداخله، لكن ذا السترة من الحبليات قطعاً .

وأخيرا ، هناك كائن حي أشبه بالدودة . وفى طرفه الأمامي يوجد خرطوم يشبه بعض الشئ اللسان أو الكُرْن . ومن ثم يسمي أحيانا « الدود الكرني » . ويقع خلفه نسيج كالطوق يشبه الحلزون لذلك يسمي أيضًا بلا نوجلوس Balanoglossus (باليونانية: " لسان حلزونى "). وخلف الطوق امتداد طويل يشبه الدودة، ولكن خلف الطوق مباشرة ، في الجزء الأمامى من هذا الامتداد، توجد شقوق خيشومية ، بل أكثر من هذا ، يوجد فى الطوق بقايا حبل عصبى ظهرى ، وقطعة صغيرة من الحبل الظهرى ملتصقة بالخرطوم . " واللسان الحلزونى " أيضًا من الحبليات .

يبدو ألا مفر، إذن ، من التسليم بأن أسلاف أقدم لكائنات عديمة الفكين كانوا حبليات لافقارية بسيطة . ولاتوجد بقايا أحفورية من تلك الكائنات ، لكن بوسعنا أن نخمن أن بداية الحبليات ترجع إلى نحو ٥٥٠ مليون سنة مضت ، وهذا يقع فى العصر الكمبرى ، الذى يمتد من ٥٠٠ م س م رجوعا إلى ٦٠٠ م س م ، أى مدة ١٠٠ مليون سنة.

وإن صح ذلك ، فإن الحبليات تكون آخر شعبة ثبت وجودها . ففى الكمبرى ، كانت جميع الشعب الأخرى - بقدر مايسعنا تأكيده - مكتملة التطور ومزدهرة ، وبعد ذلك يبدو أننا ، وقد نفذنا فى أغوار الماضى إلى بداية الحبليات ، يجب علينا أن نسعى إلى المزيد من التوغل في الماضى وتلمس بداية الحياة ذاتها.

ولكن قبل أن نفعل ذلك يلزمنا التوقف والتساؤل عن مدى مايمكننا أن نذهب إليه إلى الوراء . لقد سرنا إلى الخلف مايزيد عن نصف مليار سنة ، ومازالت الحياة مزدهرة ومتنوعة ، فهل أرضنا - وهى المسرح الذى توجد الحياة على متنه - تعود إلى ماضٍ أبعد كثيراً ؟ ما عمر الأرض ؟

وإذا كان هذا سؤالا ضخما قد يحسن التصدى له على مراحل ، فلنسأل أولاً : كم يبلغ عمر التشكيل الذى اعتدنا عليه وهو وجود يابسة وبحار؟ وبعبارة أخرى ، متى كانت بداية القارات ؟

(١) ثمرة البلوط (م).

- 13 -

القـــارات

من الواضح تماماً لكل من يفكر فى الأمر أن الحيل البشرية تأتى وتنمو عبر عملية تطور ، ولا يكاد يُتصور أن أحداً يجادل فى ذلك .

وأصبح بيّنًا أيضًا أن الحياة نفسها تنشأ وتنمو عبر عملية تطور . لكن هذا غير واضح تمامًا لأغلب الناس ، وهناك أسباب وجدانية (غير عقلانية) قوية تجعل أناسا كثيرين يشكّون فى ذلك . ومع ذلك فإن التطور البيولوچى قضية يسلم بها العلماء ويعتبرونها غير قابلة للمناقشة ، حتى برغم أن تفاصيل العملية تثير قدراً كبيراً من الجدل .

غير أن ثمة ما يغرى بالنظر إلى الأرض على أنها خارج نطاق التطور . فقد يتصور البعض أن الطور السلبى (السكونى) الذى تجرى فيه أحداث الحياة البشرية وغير البشرية ، إنما هو باق على حاله . يسلّمون بأن التلال يمكن أن تُسطّح ، والقنوات يمكن أن تحفر ، والمستنقعات يمكن أن تردم ، والأنهار يمكن أن تُطَوَّع بإقامة السدود أو تحوَّل عن مجراها بالجهد البشرى ، لكن هذه أمور صغيرة ، وإذا استبعدنا المجهود البشرى ، فربما نتصور يقينًا أنه لا يحدث أى تغيير جوهرى على الأرض .

فنقول مثلاً : " قديم قدَم الجبال " ونقصد بذلك « قديم قِدَمًا غير محدود » ، لأن المؤكد أن التلال كانت دائمًا موجودة . لقد تحدث اللورد ألفريد**تنيسون** (١٨٠٩ - ١٨٩٢) (شاعر - م) عن جدول صغير حقير ، فكتب العبارات الشهيرة التالية : " ذلك أن البشر يأتون ويمضون ، لكنى أمضى فى طريقى إلى الأبد . " وبوسعنا أن نخمن أن الجداول ليست سرمدية بل يمكن أن تأتى وتذهب ، ولا تطرأ على البيئة سوى تغيرات ضئيلة نسبيًا ، ولكننا من الناحية الوجدانية نقبل فكرة دوام الأشياء غير الحية بل إن "التوراة" تقول فى سفر " الجامعة " ، الإصحاح الأول ، الآية ٤ : « دور يمضى

ودور يجيء والأرض قائمة إلى الأبد " (فى النص الإنجليزى : " جيل يمضى وجيل آخر يجيء ...") .

إن الأشياء التى لاحياة فيها تبدو دائمةً من منظور عمر الإنسان ، ومع ذلك يتردد الناس حقًا فى التفكير فى الأشياء على أنها " دائمة للأبد " . إن الأبد مفهوم صعب الإدراك ، ولا يبدو متوافقًا مع ما نعرفه . إن كل الأشياء الحية لها بداية ، لأنها تولد كلها فى زمن ما محددٍ . وكل الحيل البشرية لها بداية ، لأنها تبتكر كلها فى زمن محددٍ ما . أفلا يجوز إذنً أن الأرض بدورها تتبع ما يبدو أنه قاعدة شاملة ، أوَلا يمكن أن تكون قد شُيِّدت فى زمن محدد ما ؟

من الطبيعى أنه ، نظرا لأن الأرض تتجاوز كثيراً جداً كل ما يمت بأصله إلى البشر من حيث حجمها وعظمتها وتشعّب كيانها ، فإنها تحتاج إلى بنّاء أو " خالق " ، يتجاوز هو الآخر ما هو بشرى من حيث الحجم والعظمة وتشعُّب ذاته . لذلك لابد أن تكون الأرض من خلق كائنات فوق بشرية يمكننا أن نشير إليها – بحكم عادة قديمة جداً – باسم " الآلهة " .

فمثلاً شعر البابليون بأنه فى البدء كانت **تيامات** ، وكانت تمثل فيضًا لا حدود له من الماء المالح ، أى العماء أو " الشواش " . (الظاهر أن المادة وُجدت دائما ، لكن الذى لم يكن موجوداً دائمًا هو النظام والتنظيم . وهذا ما كان يتعين خلقه .)

ومن الشواش ولد الآلهة والآلهات بطريقة ما ، ممثلين للمبادىء التنظيمية . والحكايات المتداولة عن هذه الآلهة المبكرة مُربكة ؛ لأن كل مدينة – دولة فى وادى دجلة والفرات كان بها ألهتها الخاصة ، ومن الممكن جداً أن مغامراتهم ومصائبهم كانت تعكس انتصارات وهزائم المدن – الدول التابعة لهذا الإله أو ذاك ، فى الحروب المستمرة التى شغلتهم .

وفى النهاية اعتُرف بـ "**مردوك**" كبيراً للآلهة ومحركاً تنظيميًا أول . ولِمَ لا ، طالما أنه كان الإله المبجل فى "بابل" التى غدت نحو سنة ١٧٢٥ ق.م المدينة المسيطرة فى الوادى الأدنى وظلت كذلك أربعة عشر قرنًا . وقدحارب الآلهة **تيامات** ، وذبحها "مردوك" وأرسى بذلك مبدأ النظام .

ثم مضى "مردوك" يفرض النظام على **الشواش**، مستخدماً جسم **تيامات** الضخم لإقامة الكون (نقيض الشواش ؛ المادة المنظَّمة بدلاً من المادة اللا منظمة) .

فقسّم جسم **تيامات** وصنع السماء بأحد النصفين ، والأرض بالنصف الآخر . وتحولت أجزاء شتى من الجسم إلى ظواهر أرضية - فأصبح دمها البحار ، وعظامها صخور اليابسة ، وهلم جرا .

ولاشك أن الفلاسفة استطاعوا تفسير كل هذا مجازيًا ، حتى غدا في النهاية نظرية محترمة فى نشأة الكون ، بالنظر إلى قدر البيانات المتاحة آنذاك . غير أن عامة الناس تقبلوا الحكاية بلا شك على أنها صحيحة حرفيًا ، وأى محاولة للخروج عليها كانت تعتبر كفراً ، وخطرة .

وقد التقط اليهود - الذين كانوا فى السبى البابلى فى القرن السادس ق.م - حكايات الخلق البابلية وطوعوها لاستعمالهم الخاص . ولم يكن قادة اليهود فى حاجة إلى آلهة على شاكلة البشر (فى ذلك الوقت على الأقل) ولم يريدوا تصور الله محاربًا وحْشَ " الشواش " ، وإن كانت "التوراة" تحتوى على فقرات تدل - بطريقة شعرية - على أن ذلك بالضبط هو ماكانت الأساطير القديمة تنسب إليه أنه يفعله .

وبدلاً من أن يقولوا : إن الله نشأ من الشواش ، قالوا : إنه موجود منذ الأزل . (كان) « روح الله يرفّ على وجه المياه » (سفر التكوين ١ : ٢) - الشواش الأصلى ، ثم أنجز الله الخليقة خطوة خطوة ، لكنه فعل ذلك بمجرد كلمة منه ، ومشيئته وحدها هى التى فرضت النظام . والحكاية شعرية باقتدار حقًا ومتقدمة بكثير عن أية حكاية خليقة ابتُدعت فيما سبق .

إن حكاية الخلق الواردة فى "سفر التكوين" مثيرة جدا للإعجاب ، حتى بالمقاييس الحديثة ، إذا ما أخذت رمزيا ومجازًا . لكنى أكرر أن الكثيرين يميلون إلى قبولها حرفيًا ، وإلى النضال بشراسة ضد الانحراف عنها قيد أنملة .

ونفس هذا النمط من قيام آلهة خارقة للطبيعة بخلق عالم منظم انطلاقًا من الشواش ، يتكرر المرة تلو المرة فى شتى الأساطير ، وتلك - من زاوية معينة - هى

القصة الوحيدة الممكنة . وحتى العلماء المحدثون مضطرون إلى ابتداع أساليب يمكن بها خلق " أرض " منظمة انطلاقًا من شواش أصلى ، لكنهم لا يستطيعون – فى سبيل التوصل إلى هذا – أن يستخدموا آلهة تعمل ببصيرة وعزيمة ، على طريقة البشر ، بل عليهم أن يستخدموا قوانين الطبيعة ، التى لا سبيل إلى الهروب منها والتى تعمل بالضرورة وبدون انحراف .

وتلك مهمة صعبة للغاية وتعتمد على الدليل وعلى إعمال الفكر بناء عليه ، وليس على التخيل الرومانسى والشعرى . وهذا هو السبب فى أن الصيغة العلمية لقصة خلق " الأرض " لم تأت إلا بعد ورود الصيغ الأسطورية المختلفة بآلاف السنين .

إن من السهل الاعتقاد بأن الأرض ، وقد خلقها الله ، إنما خلقت بحيث تكون المقر الأمثل للحياة (وخاصة حياة البشر) منذ البداية ، وأنها لا تتغير (إلا بمشيئة الله رأسًا كما فى الطوفان ، وتدمير سدوم ، وشق البحر الأحمر ، وهلم جرا) . وافتراض تغيرها بطريقة أخرى يكون اتهاماً لله بأنه أوجد شيئًا ينقصه الكمال ، أو بأنه يتصور خليقته قادرة على التغير بمفردها بدون عونه تعالى .

ومع ذلك يلاحظ حدوث تغيرات بدون تدخل الإنسان . فالجداول تجف **فعلاً** ، والأنهار تغير مجراها ، وهناك أنهار أخرى تنشىء دلتاوات فى البحار مستخدمة الغِرْيَن الذى تنقله معها . وتطرأ على خط الساحل تغييرات هنا وهناك ، وتتكون فى الأرض شقوق نتيجة للهزات الأرضية ، وتعود براكين إلى النشاط . بيد أن كل هذه الأمور يمكن أن تُستَبْعَد بحق بوصفها ضئيلة الشأن ، بل وتافهة .

ولا تحدد أىٌ من الصيغ الأسطورية لقصة بداية الأرض تاريخًا لتلك البداية ، ولو تقريبية . وكل الروايات ، حتى التوراتية ، يمكن تماماً أن تبدأ بعبارة : « كان يا مكان ، فى سالف العصر والأوان .... » .

وقد قلنا ، فيما تقدم : إن الأسقف "آشر" حسب أن الأرض خلقت سنة ٤٠٠٤ ق.م ، ولكن هو الذى قال ذلك وليس "التوراة" . مع ذلك ، فلأن ذلك التاريخ (أوما يقاربه) كان مقبولا على نطاق واسع ، شكّل ذلك التقدير حجة هائلة تأييداً لفكرة عدم

قابلية الأرض للتغيير . وبناء على المعدل الملاحظ لحدوث التغييرات ، قدر أن التغيير الكلى الممكن حدوثه فى ٦٠٠٠ سنة يكون عندئذ تافهًا تمامًا .

وبطبيعة الحال ، حتى قدماء الإغريق لاحظوا أشياء معينة تنم عن حدوث تغييرات كبيرة وليست صغيرة . ومثال ذلك أن الفلاسفة القدامى لاحظوا أنه توجد فى مناطق جبلية بقايا صخرية من أشياء كان واضحًا أنها صدفات بحرية . فاضطروا إلى أن يفترضوا أن ما كان وقتئذ قمم جبال ، كان فى يوم من الأيام تحت سطح البحر . وبما أن منسوب الأرض لم يكن يتغير بشكل ملحوظ ، فلا مندوحة عن أن تلك الجبال كانت تحت سطح البحر قبل ذلك بأزمنة بعيدة ، إذ لو أن ذلك القطاع من سطح الأرض كان آخذًا فى الارتفاع ، لوجب أن يكون ذلك بمعدل أبطأ من أن يتسنى قياسه فى مدى عمر إنسان . وفى القرون اللاحقة ظل مفكرون آخرون يرقبون ذلك ، المرّة تلو المرّة ، وانتهوا إلى نفس النتيجة .

غير أن المتضلعين فى الدراسات التوراتية كان لهم رد جاهز على تلك المحاولات ، هو قصة "طوفان نوح" الذى شمل العالم بأسره طبقًا للتوراة ، بل وغطى أعلى الجبال . وبطبيعة الحال ، من شأن مثل هذا الطوفان أن يدفع الصدفات البحرية إلى قمم الجبال . والواقع أنه يمكن استدعاء جائحة طوفان عالمى تفسيرًا لأى تغيير چيولوچى عنيف يبدو أن ثمة دليلا على وجوده .

وإذا استثنينا الطوفان التوراتى ، فإن أشهر مثال لحكاية قديمة عن تغييرات كبيرة حدثت فى الأرض ، هو ما حكاه الفيلسوف الإغريقى **أفلاطون** (٤٢٧-٣٤٧ ق.م) عن غرق "أطلانطيس" ، إذا قال إن قارة بأكملها واقعة فيما وراء مضيق جبل طارق ، فى المحيط الأطلسى الغامض والمجهول آنذاك ، غرقت تحت مياه البحر فى يوم واحد نتيجة لزلزال . وحدد "أفلاطون" تاريخ حدوث ذلك بأنه ٩٠٠٠ سنة قبل زمانه ، أى سنة ٩٤٠٠ ق.م .

ويمكن طبعاً قبول الحكاية على أنها خرافة أو قصة خيالية يقصد بها إثبات شىء ما ، ولكن وحتى الخرافات كثيرًا ما تكون مبنية على نتفة من التاريخ شاحبة فى الذاكرة ، شوّهها الزمن ، بحيث كان من السهل القول ، مثلاً ، بأن أفلاطون كان يعيد

حكْى ما تبقى خافتاً فى الذاكرة عن الطوفان الذى أغرق جميع القارات ، بصفة مؤقتة على الأقل . بيد أنه لو وجدت فعلا فيما وراء جبل طارق قارة غرقت فمن الممكن أن هذا حدث بفعل الطوفان .

وواقع الأمر أنه يعتقد الآن أن قصة الأطلانطيس التى رواها أفلاطون مبنية على حدث أقرب عهداً من التاريخ الذى يعزى عادة حدوث الطوفان فيه .

قبل زمن أفلاطون بأحد عشر قرناً ، كانت فى جزيرة ثيرا فى بحر إيجه الواقعة نحو ١٥٠ ميلاً (٢٤٠ كيلو متراً) جنوب شرقى أثينا ، حضارة مزدهرة متصلة بحضارة جزيرة كريت الأكبر منها والواقعة جنوبيها بثمانين ميلا (١٢٥ كيلو متراً) .

غير أن ثيرا لم تكن مجرد جزيرة بل كانت قمة بركان ناتئة فوق سطح البحر . ونحو سنة ١٥٠٠ ق.م ثار البركان مسبباً انفجاراً ضخماً دمر الجزيرة فى فترة قصيرة جدا ، وترك البحر يغمر ما تبقى منها . وأدى الانفجار ووابل الرماد المتساقط والموجات المدّية التى اجتاحت كل السواحل المجاورة إلى إشاعة الخراب فى كريت وربما ساعدت على نشوء أسطورة طوفان يونانى ، مستقل عن طوفان نوح .

ولم يغب الحدث أبداً عن الذاكرة لكنه تعرض للمبالغات والتشويه مع الزمن . وكان من الطبيعى أن تسبغ عليه مسحة أكبر من الرومانسية ، عن طريق إرجاعه إلى ماض سحيق . ولم يرد فى ذاكرة الإنسانية فى الحقب اللاحقة أن الأرض تعرضت لاضطرابات عنيفة من هذا القبيل - إنها شهدت ثوران بركان أدى إلى وقوع زلزال من وقت لآخر ، نعم ، لكن تلك كانت ظواهر محلية بوضوح .

ثم جاء فى ١٤٩٢ اكتشاف القارتين الأمريكتين على يد المستكشف الإيطالى (المموَّل من إسپانيا) كريسطوفوروكولومبو(١٤٥١ - ١٥٠٦م) ، بينما كان المستكشفون البرتغاليون يسعون إلى شق طريقهم بالالتفاف حول طرف افريقيا لبلوغ الهند .

وفى القرن التالى رسمت خرائط بخطوط السواحل الجديدة لأمريكا الجنوبية ولإفريقيا . ونتيجة لذلك تملكت الناظرين إلى الخرائط الجديدة فكرة مذهلة إلى حدٍ ما . وكان أول من دوّن الفكرة كتابةً - فى حدود علمنا - هو الفيلسوف الإنجليزى فرنسيس

بيكون (١٥٦١-١٦٢٦م) . فقد ذكر فى ١٦٢٠م فى كتابه " **الأورجانون الجديد أو العلامات الصادقة لتفسير الطبيعة** " أن الساحل الشرقى لأمريكا الجنوبية يكاد يتوافق تمامًا مع الساحل الغربى لإفريقيا بحيث ينطبقان تقريبًا على بعضهما البعض إذا تصورنا أنهما يُدفعان نحو بعضهما . وقال إن هذا لا يمكن أن يكون محض صدفة .

ويلزم من ذلك طبعًا أن أمريكا الجنوبية وإفريقيا كانتا معًا فى الماضى وانتُزعتا من بعضيهما بشكل ما . ولكن كيف تسنّى هذا ؟

بيد أنه فى نفس الوقت تقريبًا الذى أبدى فيه "بيكون" ملاحظته ، أوضح المتمسكون بالتقاليد أنه لو أن إفريقيا وأمريكا الجنوبية كانتا ملتصقتين فى الماضى ، فمن الممكن أن تكون القوة العشوائية الجبارة للطوفان قد فرقت بينهما .

ومع ذلك ، ففى تلك الأثناء كان الطوفان موضع تساؤل بعض الشجعان . فنحو سنة ١٥٧٠م أوضح الخزاف (والمفكر) **برنار پاليسى** (١٥١٠-١٥٨٩) أن الطبيعة تغيِّر الأرض حتى تحت أنظار البشر . وذلك أن المطر بمصاحبة قصف الرياح والأمواج يُبلى الجبال وينحر السواحل . وأكد أن هذا يكفى لإحداث تغيرات كبيرة دونما حاجة إلى افتراض حدوث طوفان عالمى . وكان يعتقد أيضًا أن الحفريات بقايا حيوانات عاشت فى الماضى .

غير أن تلك الأزمنة كانت خطرة بالنسبة لمن كانوا يعتنقون آراء لاتحظى بشعبية . كان الإصلاح البروتستانتى قد بدأ فى ١٥١٧م وأوروبا الغربية بأسرها تتحزب فى مواجهة بين الكاثوليك والبروتستانت أفضت إلى حروب دينية دامت أكثر من قرن . وكان پاليسى بروتستانتيا ومعظم سكان بلده فرنسا من الكاثوليك . وكان كلا الطرفين شديد الحساسية لأخطار الخلاف فى الرأى والتشكيك بأى حال فى الديانة المسلّم بها . فاتُّهِم پاليسى بالهرطقة وأُدين وأُحرق مشدودًا إلى عمود سنة ١٥٨٩ . ولاشك أن إنكاره الطوفان كان دليل إدانة قاطعًا ضده .

وبعد ذلك بإحدى عشرة سنة ، أى فى ١٦٠٠ ، أعدم الفيلسوف الإيطالى چوردانو **برونو** (١٥٤٨-١٦٠٠) حرقًا بتهمة إيمانه بهرطقات عدة ، منها اعتقاده بأن الأرض تدور حول الشمس ، وهلم جرا . وفى ١٦٣٣ هددت محكمة التفتيش العالِم الإيطالى **جليليو** جليلى" (١٥٦٤-١٦٤٢) بالتعذيب ، وأجبر على التسليم علنًا بأنه أخطأ لاعتقاده أن الأرض تدور حول الشمس .

فاضطر العلماء إلى الحيطة . وفى ١٦٣٤ سمع الفيلسوف الفرنسى "**رنيه ديكارت**" (١٥٩٦-١٦٥٠) بما حاق بجليليو ، وتخلى عن اعتزامه نشر كتاب كان ينوى فيه وصف كيفية تكوّن الأرض بعمليات طبيعية . لقد شعر أنه من غير المأمون أن يفعل هذا ، ولا يكاد يلومه كائن من كان .

وكان العالم الچيولوچى الدانمركى "نيقولاوس **ستينو**" (١٦٣٨- ١٦٨٦) يعتقد ، مثل باليسى ، أن الحفريات بقايا حيوانات عاشت فى الماضى . غير أنه قدم فى ١٦٦٩ تفسيرات ملتوية من أجل جعل معتقداته منسجمة مع الأساطير التوراتية .

بل فى ١٦٨١ ألّف رجل دين انجليزى يدعى توماس **برْنِت** (١٦٣٥-١٧١٥) كتاباً يؤيد قصة الطوفان استناداً إلى مبادىء چيولوچية (حسب فهمه لها) وخلص إلى أن الأرض ظلت بدون تغيير منذ الطوفان وافترض أنها سوف تظل دون تغيير إلى أن يشاء الله تدميرها . ومع ذلك فإنه ألّف فى ١٦٩١ كتاباً آخر رفض فيه قبول قصة آدم وحواء على أنها الحقيقة بحذافيرها ، وقال : إنها مجرد قصة رمزية . فسبب له ذلك مشاكل . إنه لم يتعرض لإساءة بالمعنى الدقيق للكلمة لكنه حرم بعدها من أى ترقية .

ولكن حتى أقصى ألوان الاضطهاد لا تستطيع تعطيل فكر الإنسان إلى الأبد . بل حتى التهديد بالعقاب حال الحياة ، أو بنار الجحيم بعد الموت ، لا يمكن أن يصد الناس عن الملاحظة والتفكير وإعمال العقل .

فى ١٧٤٩ شرع عالم الطبيعيات الفرنسى چورچ لُوِى دى **بيفون** (١٧٠٧-١٧٨٨) فى تأليف موسوعة كبيرة فى التاريخ الطبيعى (علوم النبات والحيوان - م) بلغت فى النهاية أربعة وأربعين مجلداً . وفعل فيها ماخشى ديكارت أن يفعله قبل ذلك بقرن وحاول تفسير أصل الأرض باعتبارات طبيعية بحتة .

ففى المجلد الأول ، لمحّ إلى احتمال أن تكون الأرض قد خلقت نتيجة لتصادم كارثى بين جسم ضخم والشمس ، وأن القمر انتُزع بعد ذلك بشكل ما من الأرض . ثم بردت الأرض بالتدريج وفى الوقت نفسه تكثف بخار الماء وشكل المحيطات . وظهرت شقوق فى الأرض نزحت إليها معظم الماء ، فانكشفت القارات .

وقد استغرق كل ذلك وقتًا ، وقدر "بيفون" أن الأرض مضى على وجودها ٧٥٠٠٠ سنة ، وأنها ما فتئت تبرد . وقد تمر عليها ٩٣٠٠٠ سنة أخرى قبل أن

تنخفض درجة حرارتها إلى حد تصلح معه للسكنى . وقدر أن الحياة بدأت على الأرض قبل زمنه بنحو ٤٠٠٠٠ سنة .

ونحن نعلم الآن أن تقدير "بيفون" للسلّم الزمنى كان دون الحقيقة بكثير جداً ، لكن محاولته كانت أول محاولة جادة وعلنية لتجاوز الحدود التى رسمها الأسقف أشر . وكان طبيعيا أن تجلب له هذه الآراء المتاعب ، فاضطر فى النهاية ، أسوة بجليليو ، إلى التخلى عنها والاعتراف علنا بأنه أخطأ .

بيد أن الجبروت الدينى لم يكن فى جميع البلاد من القوة ، بحيث يقدر على معاقبة الفكر العلمى المستقل . ففى بريطانيا العظمى وفى دولة الولايات المتحدة الأمريكية حديثة النشأة ، كان باستطاعة المنظمات الدينية أن تهاجم أى محاولة لإعمال الفكر ، لكنها لم تكن تستطيع حشد قوة فعلية ضد المنشقين .

من ذلك أنه فى ١٧٨٤ ، فى الولايات المتحدة ، رجح رجل الدولة الأمريكى بنچامين **فرانكلين** (١٧٠٦–١٧٩٠) ، سابق زمنه من كل النواحى تقريباً ، أن يكون أديم الأرض قشرة رفيعة جداً طافية على مائع ساخن ، وأن من الممكن أن تتصدع تلك القشرة وتتحرك ببطء ، محدثة تغيرات واسعة النطاق على نحو ما تفعل . لقد كانت هذه فكرة لافتة للنظر ، ومر ما يقرب من قرنين قبل أن يقتنع بها سائر البشر .

بيد أن فكرة فرانكلين كانت مجرد تخمين أُلقى على العالم ليتفكر فيه . كانت تفتقر إلى أى سلسلة متأنية من الملاحظات لتسندها ، بحيث بدت بالضرورة لمن سمعوا عنها مجرد تخيلٍ ممتع .

لكن الاختراق الحقيقى جاء فى بريطانيا العظمى .

فقد أثرى الأسكتلندى چيمس **هاتون** (١٧٢٦–١٧٩٧) من مهنته ككيميائى إلى درجة سمحت له بأن يتقاعد فى ١٧٦٨ ويكرس نفسه لهوايته الچيولوچيا . (والواقع أنه يسمى أحياناً « أبو الچيولوچيا » .)

قادته ملاحظاته إلى ما خلص إليه "پاليسى" من أن هناك عمليات طبيعية تعترى الأرض وتسبب تطوراً بطيئاً فى بنية سطحها . وبدا واضحاً لهاتون أن بعض الصخور تحط كترسبات ، وتنضغط حتى تغدو صلبة فى النهاية ؛ وهناك صخور أخرى تنصهر

فى باطن الأرض ثم تطفو على السطح بفعل نشاط بركانى . والصخور المعرّاة من كلا النوعين تتعرض للتآكل بفعل الرياح أو المياه .

والإضافة الحدسية الكبرى التى أضافها إلى كل ما تقدم ، هى القول بأن القوى التى تعمل الآن ببطء من أجل تغيير سطح الأرض ظلت تعمل بنفس الطريقة وبذات المعدل طوال ماضى الأرض . وذلك هو " مبدأ الاتساق" Uniformitarian Principle نقيض مذهب الكارثية الذى نادى به رجال مثل بونيه .

ونظراً لأن هاتون استند إلى مفعول كل من الترسيب والنشاط البركانى والتحاتّ بمعدلها البطىء ، واستند من جهة أخرى إلى كثافة الطبقات المترسبة من الصخور الرسوبية واتساع دلتاوات الأنهار التى تكونت ، فإنه اضطر لأن يخلص إلى أن الأرض موجودة بالضرورة منذ وقت طويل جداً . بل إنه قال ، فى الواقع ، إنه لا يمكنه أن يجد أثرا لبداية ولا إمكانية لنهاية . ولم يكن هذا يعنى أنه كان يعتقد أن الأرض أزلية ، بل كان يعنى فقط أن بدايتها ونهايتها بعيدتان إلى درجة لا تسمح له بأن يرى دليلا يقوده إلى قياس أى الزمنين بطريقة معقولة ، وفى هذا كان على حق .

وفى ١٧٨٥ نشر كتابه " **نظرية الأرض** " Theory of the Earth الذى عرض فيه آراءه . وخلافًا لكثرين جدا ممن سبقوه إلى مخالفة الآراء السائدة ، لم يضطهَد نتيجة لذلك ، لكنه لم يكافأ عليه . وكانت وطأة الرفض من جانب اللاهوتيين ثقيلة ، ونظرًا لأن الكتاب ذاته لم يكن سهل القراءة ، فربما بدا لأول وهلة أنه لن يكون له تأثير يذكر فى الفكر العلمى غير أن بعض العلماء قرأوه وأعجبوا به .

وفى ١٨٠٥ (بعد وفاة هاتون) نشر عالم چيولوچى آخر هو "جون **پلايفير**" (١٧٤٨-١٨١٩) كتابا شرح فيه نظريات هاتون فى قالب أكثر جاذبية وشعبية ، وبعد ذلك أخذت تلك الأفكار فى الانتشار بسرعة أكبر . وبعد أن أتاحت الحجج التى أتى بها هاتون التفكير فى أن عمر الأرض طويل حقا ، بدأ العلماء لأول مرة يفكرون فى وجود الأرض ، ليس على أساس أن عمرها يعد بآلاف السنين كما فعل الأسقف أشر ، بل ولا يعدّ بعشرات الآلاف من السنين ، كما فعل بيفون ، بل على أنه يُعدّ بملايين السنين .

وقد عاد عالم الطبيعات الألمانى "فريدريش ڤلهلم **همبولت**" (١٧٦٩-١٨٥٩) ، الذى استكشف أمريكا الجنوبية بين ١٧٩٩ و ١٨٠٤ ، إلى ملاحظة "فرنسيس بيكون" القديمة عن تماثل ساحل أمريكا الجنوبية الشرقى وساحل إفريقيا الغربى ، وبيّن أن التماثل لا يكمن فقط فى الأشكال البادية على الخريطة ، بل يكمن أيضًا فى أوجه التماثل الچيولوچية . وهذه تكاد تحتم اعتبار أن القارتين كانتا متصلتين فى الماضى . غير أن "همبولت" لم يكن يعيش فى بريطانيا العظمى أو فى الولايات المتحدة ، ولم يكن لديه الشجاعة الكافية لشرح الموضوع بناء على مبادئ هاتون ، فنكص إلى قصة الطوفان .

وفى ١٨٠٩ ، كان عالم الطبيعيات الفرنسى "چان دى مونيه دى **لامارك**" (١٧٤٤-١٨٢٩) ، أول من وصف آلية ممكنة للتطور البيولوچى . كانت الآلية غير صالحة ، وكان على العالَم أن ينتظر نصف قرن آخر حتى قدم "تشارلز **داروين**" الآلية السليمة . ومع ذلك كانت نظرية "لامارك" أول نظرية تستفيد من فكرة طول عمر الأرض . فلقد بدأت تقنع الناس بأن التطور - إن كان يسير بمعدل بطىء جدًا بحيث يستحيل حدوثه على أرض عمرها قصير - قد غدا إمكانيةً عملية على أرض طويلة العمر .

بيد أن چيولوجيًا اسكتلنديًا آخر يدعى "تشارلز **لايل**" (١٧٩٧-١٨٧٥) هو الذى رفع شأن أفكار هاتون إلى القمة . ففيما بين ١٨٣٠ و ١٨٣٣ نشر مصنفًا من ثلاثة مجلدات عنوانه " مبادىء الچيولوچيا " عرض فيه نظريات هاتون بشكل منظم وشرحها ، وأضاف إلى ذلك حصيلة الملاحظات وأوجه التقدم التى تحققت خلال نصف القرن المنقضى ، منذ أن نشر هاتون كتابه . واتضح أن كتاب لايل مقنع للغاية ، وترك انطباعًا قويًا في الكثيرين ومنهم الشاب "تشارلز داروين" الذى بدأ ، نتيجة لذلك ، يفكر فى التطور البيولوچى . ومنذ صدور كتاب لايل لم يُبدِ أى عالم شكًا جديًا فى أن الأرض طويلة العمر .

وقد وضع لايل أسماء لبعض العصور الچيولوچية التى أشرت إليها فى هذا الكتاب ، ومثال ذلك الإيوسين والميوسين والپليوسين . كما أنه أجرى تقديرًا لعمر أقدم الصخور الحاملة لحفريات ، فأبدى أنها ترجع إلى ٢٤٠ مليون سنة . فكانت هذه أول

مرة تثار فيها إمكانية أن يكون عمر الأرض لا مجرد عدة ملايين من السنين بل مئات الملايين من السنين .

بيد أن الذى يعنينا فى هذا المبحث ، ليس عمر الأرض ذاتها ، بل طبيعة التغيرات التى طرأت على ملامح سطحها ومقياس الزمن الذى حدثت فيه .

وقد اضطر حتى الچيولوچيون شديدو التدين أن يسلموا جبرًا عنهم بفكرة طول عمر الأرض . وكان أحد هؤلاء الچيولوچى الأمريكى "چيمس دوايت دانا" (١٨١٣-١٨٩٥) . (بل إنه فى نهاية حياته قبل كارهًا آلية داروين للتطور البيولوچى) .

عاد "دانا" ، نحو ١٨٥٠ ، إلى فكرة "بيفون" القائلة بأن الأرض تبرد ، وأصبح بإمكانه أن يتصور أنها تبرد ببطء شديد على مدى فترات زمنية طويلة . وبدا له أنها فى أثناء برودها تتجمد القشرة . ولسبب ما بردت بعض أجزاء من السطح أولاً ، وهذه الأجزاء هى القارات كما نعرفها اليوم . (كان دانا يظن بوضوح أن القارات وجدت فى مواقعها وبأشكالها الحالية منذ البداية على وجه التقريب) .

ومع استمرار الأرض فى البرود ، انكمشت (كما تنكمش معظم الأشياء الآخذة فى البرود) . إن القارات التى سبق أن تجمدت قاومت التغيير ، لكن المناطق التى كانت لا تزال مائعة والواقعة فيما بين القارات استجابت للانكماش بالامتصاص الداخلى . هكذا تكونت قيعان البحار . وتكثف بخار الماء المحيط بالأرض أثناء بروده وكوّن الماء السائل . وأخذ هذا الماء يهبط فى صورة مطر لا نهاية له ، وتجمّع فى أحواض المحيطات ، وكوّن شكل تزاوج اليابسة والبحار الذى لا يزال موجوداً اليوم .

ومع مواصلة الأرض برودها ، انكمشت بقدر أكبر ، وأخيراً اضطرت القارات إلى أن تتلاءم مع الأرض التى صغر حجمها بفعل التجعد - والتجعدات هى الجبال .

كانت النظرية مثيرة جدا للإعجاب ، لكن كانت فيها بعض نقاط الضعف . لماذا تجمد جزء من السطح فى وقت مبكر لتكوين القارات ؟ ولماذا لم تتكون الجبال إلا فى مناطق معينة من القارات وليس فى كل مكان منها ؟ وكان واضحًا أيضًا أن الجبال

تكونت فى فترات قصيرة نسبيًا تفصل بينها فترات طويلة نسبيًا ، وأن الجزء الأعظم من تاريخ الأرض لم يشهد عملية تكوين جبال . فما السبب فى ذلك ؟

وكانت هناك مشكلة أخرى لقد بينت دراسات التاريخ الطبيعى ودراسة الحفريات أن نباتات وحيوانات متماثلة وجدت فى أجزاء شديدة التباين من العالم . فوجدت أنواع متماثلة من النباتات والحيوانات ، من نماذج لا يمكن أن تكون عبرت حواجز متمثلة فى محيطات واسعة ، فى كل من أفريقيا وأمريكا الجنوبية ، أو فى كل من الهند وأستراليا . وكذلك الحال بالنسبة لجزيرة مدغشقر البعيدة عن الساحل الشرقى لافريقيا ، فقد كان بها أنواع قليلة مشتركة مع أفريقيا ، ولكن أنواع كثيرة مشتركة مع الهند التى تبعد عنها مسافات أكبر بكثير مما تبعده مدغشقر عن افريقيا .

وبما أن فكرة "دانا" القائلة : **إن القارات لم تغير مواقعها** ، كانت مقبولة فى ذلك الوقت ، بدا من الضرورى افتراض أنه فى الماضى كانت توجد " جسور من اليابسة " بين مختلف مناطق اليابسة على وجه الأرض ، حيث تجرى الآن مياه المحيطات .

وفى ١٨٦٤ طرح عالم الطبيعيات الإنجليزى "فيليب لتلى **سكليتر**" (١٨٢٩-١٩١٣) فكرة مفادها أنه كان يوجد فى زمن ما معبر برى بين مدغشقر والهند ، وعندما بردت الأرض وانكمشت ، تحطم المعبر البرى وانهار وغاص تحت مياه البحر . ولكن قبل أن يحدث ذلك ، كانت الكائنات الحية قد انتشرت بدون عائق بين الهند ومدغشقر . وبما أنه توجد أنواع عديدة من الليمور فى مدغشقر ، فقد أطلق على المعبر البرى اسم " **ليموريا** " .

وبلغت فكرة المعابر البرية أوج انتشارها بفضل الچيولوچى النمساوى "ادوارد **سويس**" (١٨٣١-١٩١٤) . فقد ألف كتابًا من ثلاثة مجلدات ، عنوانه " **سطح الأرض** " The Face of the Earth ، وأنجزه فى ١٩٠٩ . ولكى يفسر توزيع الكائنات الحية ، تخيل أنه وجدت فى زمن ما قارة عظمى هائلة الحجم ، أسماها " **جوندوانالاند** " (تبعًا لاسم جزء من الهند ضمّنها فيها) . وهذه القارة العظمى كانت تتألف من أمريكا الجنوبية ، وأفريقيا ، والهند ، وأستراليا ، وأنتاركتيكا ، وبها معابر برية تصل بين تلك المكونات .

كما ارتأى أنه كانت هناك قارات أخرى فى الشمال ، وبحر أسماه " **بحر تثيس**" [1] سابق على البحر المتوسط ، يفصل بين القارتين .

وواقع الأمر أن فكرة الأرض المنكمشة والجبال المجمدة والمعابر البرية ، كانت كلها خاطئة . ومع ذلك ، كان الچيولوچيون ، من دانا إلى سويس ، قد نجحوا فى بذر الفكرة القائلة إن القشرة الأرضية تعرضت لتغييرات تطورية . وبقى معرفة ماهية التغيرات الصحيحة .

كانت نظرية المعبر البرى تنطوى على فكرة أن كتل اليابسة ظلت حيث كانت ، لكنها تحركت إلى أعلى وأسفل .

ومنذ ١٨٥٨ كان الأمريكى "**انطونيوسنايدر-بلليجرينى**" قد ألف كتابًا أبدى فيه أنه عندما كانت الأرض تبرد ، تكونت كتلة قارية ضخمة فى جانب واحد من العالم . وقد تصدعت بصورة ما وانفصلت أجزاؤها وشكلت التكوين القارّى الراهن . ولكن كيف تصدعت وانفصلت أجزاؤها؟

ارتأى "سنايدر – بلليجرينى" أن ذلك حدث بتأثير "طوفان نوح" ، وهذا وأدَ الفكرة فى الحال . ففى حقبة ما بعد "لايل" لم يوجد عالم جاد يقبل أن يكون الطوفان هو العامل المسبب لأى شىء . ومع ذلك فلو أنه ظهرت طريقة أخرى لتفسير حركة تحدث فى جانب واحد ، فإن فكرة سنايدر – بلليجرينى قد تبدو فكرة لابأس بها .

بل حدث قبل ذلك ، فى ١٧٣٥ ، أن كان عالم فرنسى يدعى "بييد **بوجير**" (١٦٩٨-١٧٥٨) يستكشف جبال الأنديز فى أمريكا الجنوبية ويحسب ارتفاعها . وحاول أن يقيم خطًا رأسيًا بتعليق شىء ثقيل الوزن من دعامة . وتوقع أن ينحرف ذلك الثقل بقدر يسير عن الخط الرأسى الدقيق تحت تأثير شد الجاذبية فى اتجاه كتلة الجبال الساقطة المجاورة ، فجاء الانحراف أقل كثيرًا مما توقع ، وكان معنى هذا أن الجبال أقل ضخامة مما بدت .

(١) "تثيس" فى الأساطير الإغريقية : كائنة أسطورية اسمها يعنى " المرضعة" تلد الأنهار وترمز لخصوبة المياه (عن معجم روبير للأعلام – م) .

وبعد ذلك بمائة سنة ، كان المسّاح الإنجليزى "چورج **إفرست**" (١٧٩٠-١٨٦٦) الذى أطلق اسمه على أعلى جبل فى العالم هو جبل إفرست ، يجرى مسح جبال هيمالايا ، فحصل على نتائج مماثلة . لقد كانت تلك الجبال أيضاً ليست بالضخامة التى تبدو بها .

وفى ١٨٥٥ ساق عالم الفلك الإنجليزى "چورج بيدل **إيرى**" (١٨٠١-١٨٩٢) فكرة مؤداها أن الجبال والصخور التى تحتها ("جذورها") أقل كثافة من الصخور التى تشكل الأراضى المنخفضة . وقرر أن هذا ، فى الواقع ، هو السبب فى أن الجبال جبال . فحيثما كان السطح الصخرى أخف من الصخور المحيطة به ، طفا السطح إلى أعلى . وكلما كان أخف وزنا طفا إلى ارتفاع أكبر .

وتطورت الفكرة فى ١٨٨٩ على يد الچيولوچى الأمريكى "كلارنس إدوارد **داتون**" (١٨٤١-١٩١٢) ، فقد أدرك داتون أن كل الصخور تصل ببطء شديد إلى المنسوب الحقيق بها ، تبعًا لكثافتها . وأطلق على الظاهرة اسم **توازن القشرة الأرضية** isostasy . وأكد أن القارات برمتها ، وليس الجبال فقط ، مكونة من صخور أخف من أحواض المحيطات . وهذا هو السبب فى أن القارات ترتفع ، وفى أنها قارات .

ومن ثم فإن القارات ، وهى مكونة إلى حد كبير من الجرانيت ، تطفو على البازلت الأكثر كثافة والذى تتكون منه قيعان البحار . وبما أنها تطفو ، أفلا يمكنها أن تنجرف (ببطء شديد جداً) فى هذا الإتجاه أو ذاك ؟

وبناء على هذه الفكرة الجديدة ، عاد الچيولوچى الأمريكى "فرانك برسلى **تايلور**" (١٨٦٠-١٩٣٨) إلى الفكرة التى قدمها "سنايدر - بلليجرينى" قبل ذلك بنصف قرن . فعرض رأيا مفاده أن أفريقيا وأمريكا الجنوبية انفصلتا ، وأنهما آخذتان فى التباعد ، فى حين أن الأرضية المرتفعة نسبيا فى منتصف المحيط الأطلسى تظل ثابتة فى مكانها

ولا شك أن تايلور كان يسير فى الاتجاه السليم ، لكنه أحس هو أيضًا أنه يصطدم بمشكلة الآلية (الميكانزم) . فارتأى أن الأرض احتبست القمر منذ وقت قريب إلى فلكها ، وأن الانقضاض المفاجئ لقوى مدّية هائلة قسّم القارة العظمى ، وأبعد

قسميها عن بعضهما البعض . لكن هذه الآلية لم تقنع أحداً ولم تستطع مناطحة فكرة **المعبر البرى** الأوفر حظا من الشعبية .

بيدَ أن الفكرة تعرضت لمزيد من التطوير على يد العالم الألمانى "ألفريد لوتار **ڤجنِر**" (١٨٨٠-١٩٣٠) . فقد اهتم بمفهوم توازن القشرة الأرضية ، وقرر أنه حقًا يوجه ضربة قاضية لنظرية المعبر البرى . فلو كان هناك معبر برى بين مدغشقر والهند فلابد أنه كان مؤلفا من صخور خفيفة نسبيًا ؛ فكيف تغوص إذن فى الصخر السفلى الأكثر كثافة ؟ وحتى لو دفعها شيء ما إلى أسفل ، فمن المؤكد أنها سوف تبرز فجأة من جديد . فالخشب لا يغوص بل يعلو فى الماء ، إنه يطفو دائمًا . والقارات يجب دائمًا أن تطفو هى الأخرى . لذلك ، إذا كانت أشكال من الكائنات الحية قد تنقلت بين مدغشقر والهند ، أو بين افريقيا وأمريكا الجنوبية ، فلابد أن ذلك حدث لأن تلك المساحات من اليابسة كانت فى وقت ما ، فى الماضى ، لا منفصلة عن بعضها البعض بآلاف الأميال ، بل متصلة ببعضها .

وفى ١٩١٢ قدم فكرته عن « **انجراف القارات** » كبديل . ولم يستند إلى آلية ولا طوفان ، ولا قوى مدّية . فالقارات تنجرف ليس إلا . وللتدليل على ذلك استخدم توافق خطوط السواحل . وطابقها ليس على صعيد خطوط السواحل الفعلية بل على أطراف الرفوف القارية ، فوجد التوافق أفضل على هذا النحو . وأوضح أن بالمناطق القطبية حفريات من أشكال لكائنات حية لم تكن تستطيع العيش فى ظروف قطبية ، وذلك جعل ، فيما يبدو ، من المعقول أن تكون المنطقة انتقلت من خط عرض أكثر دفئًا .

وبحلول سنة ١٩٢٢ نجح فى تقديم الدليل على أن جميع القارات كانت فى زمن ما ملتصقة ببعضها فى صورة كتلة واحدة هائلة من اليابسة أسماها **Pangaea** (باليونانية : " كل الأرض ") . وقال إنها كانت محاطة بمحيط واحد هائل ، أسماه **Panthalassa** (باليونانية : " كل البحر ") .

وكان لدى ڤجنِر أيضًا تفسير جديد لتكوين الجبال . فطبقاً للنظرية القديمة القائلة بأن الأرض تبرد وتتكمش ، كان المفروض أن تتكون جبال فى كل مكان . بيد أنه إذا

تصورنا أن القارتين الأمريكيتين انجرفتا غربًا، فالطرف الأمامى الذى يلقى مقاومة ما من قاع المحيط الذى انجرفَ الطرف إليه سوف يتجعد ويتحول إلى سلسلة جبال . وهذا هو السبب فى أن جبال الروكى وجبال الأنديز موازية للسواحل الغربية للأمريكتين .

غير أنه لم يكن لديه آلية تعمل على دفع القارات صوب الصخور التى فى قاع المحيط ، وكان كل امرىء يعتقد أن تلك الصخور أشد صلابة من أن تشقها القارات ، أيا كانت الآلية التى تدفعها . وكانت النتيجة أن أحدًا لم يصدق ڤجنِر رغم كل الأدلة المواتية التى ساقها . بل إن معظم الچيولوچيين وقفوا بشراسة ضده وأحسوا أن نظرياته لغو علمى زائف .

كان ڤجنِر مستكشفًا متحمسًا لجرينلندا . وفى رحلته الرابعة والأخيرة إليها ، مات على القلنسوة الجليدية سنة ١٩٣٠ . وفى وقت مماته ، كانت فكرته الخاصة بالانجراف القارى قد ماتت هى أيضا لافتقاره إلى آلية معقولة تسبب ذلك الانجراف .

وعندما جاء الجواب جاء من قاع البحر .

ففى السنوات ١٨٥٠ حدثت محاولة جبارة لمد كابل عبر قاع المحيط الأطلسى للسماح بوجود اتصال تلغرافى مباشر بين الولايات المتحدة وبريطانيا العظمى . وقد اقتضى هذا الحصولَ على معلومات عن قاع البحر . فجمع عالم البحار الأمريكى "ماثيو فونتين **مورى**" (١٨٠٦-١٨٧٣) بيانات عن طريق عمليات سبر لأعماق المحيط . وفى ١٨٥٤ لاحظ أن أعمال السبر فى منتصف المحيط تدل على أنه أقل عمقًا فى ذلك المكان عنه على أى الجانبين . وظاهر الأمر أنه كانت هناك هضبة مغمورة تجرى فى وسط المحيط الأطلسى من الشمال إلى الجنوب ، فأطلق عليها مورى اسم " هضبة التلغراف" .

بيد أنه لم يكن ثمة أمل فى الحصول على أى تفاصيل دقيقة بشأن هضبة منتصف المحيط هذه . وكان السبيل الوحيد لتحديد العمق فى ذلك الوقت هو إنزال عدة أميال من الحبل المثقل بأحمال وقياس الطول بعد اصطدامه بالقاع . كانت هذه تقنية صعبة وطويلة ومكلفة ، ومهما بلغت قوة التصميم ، فإن إجراء بضع مئات من القياسات يستغرق سنين ولا يكشف تفاصيل كثيرة .

وجاءت نقطة التحول أثناء الحرب العالمية الأولى ، عندما ابتكر "لانچفان" الصونار ، كما جاء فيما تقدم . فأصبح من الممكن توجيه حزمة من الأشعة فوق الصوتية إلى أسفل فيعكسها قاع المحيط وتعود . وبقياس الزمن المنقضى بين الإرسال والعودة غدا من الممكن حساب المسافة إلى القاع ، والحصول بسرعة على أرقام مسافات الأعماق مهما بلغ عددها ، وتسنى رسم الملامح المتصلة لقاع البحار .

وكانت أول سفينة أوقيانوغرافية استخدمت هذه التقنية الجديدة هى السفينة الألمانية متيور Meteor التى بدأت إجراء دراساتها للمحيط الأطلسى فى ١٩٢٢ . وبحلول سنة ١٩٢٥ أصبح واضحًا أن « هضبة التلغراف » ليست مجرد هضبة : إنها سلسلة جبال - أكثر طولا وارتفاعًا وتجعداً من سلاسل الجبال على اليابسة . وأعلى قممها تخترق سطح المياه وتبدو كجزر ، هى : الأزورس ، وأسونسيون ، وتريستان دا كونيا Tristan da Cunha . وأطلق على الجبال **سلسلة مرتفعات وسط الأطلنطى** .

وبعد الحرب العالمية الثانية آلت مهمة المضى فى دراسة قاع المحيط ، بصفة رئيسية ، إلى الچيولوچى الأمريكى "وليم موريس **إيونج**" (١٩٠٦-١٩٧٤) . وبحلول ١٩٥٦ أظهرت نتائج بحوثه بالصونار أن سلسلة المرتفعات لا تقتصر على المحيط الأطلسى . فهى تتقوس فى طرفها الجنوبى لتدور حول أفريقيا ثم تسير شمالا فى غرب المحيط الهندى متجهة صوب شبة الجزيرة العربية . وفى منتصف المحيط الهندى تتفرع بحيث تستمر السلسلة مارة جنوبى أستراليا ونيوزيلندا ثم تتجه شمالا فى هيئة دائرة واسعة حول المحيط الهادىء كله . وقد سميت **سلسلة مرتفعات وسط المحيط** ، فهى عبارة عن سلسلة جبال طولها ٤٠٠٠٠ ميل تلف حول الأرض كلها .

بل اتضح ، فضلا عن ذلك ، أن سلسلة جبال وسط المحيط لا تشبه سلاسل الجبال التى على القارات . فالمرتفعات القارّية صخور رسوبية مطويّة ، فى حين أن مرتفعات المحيط الشاسعة من البازلت المضغوط إلى أعلى آتيًا من الأعماق السحيقة الحارة .

كما اكتشف إيونج وتلميذه "بروس تشارلز **هيزن**" (١٩٢٤-١٩٧٧) أنه يجرى بطول وسط السلسلة أخدود ضيق عميق ، وبحلول ١٩٥٧ اتضح أن ذلك الأخدود

يجرى بطول سلسلة جبال وسط المحيط . فأطلق عليه اسم **الأخدود العالمى العظيم** **Great Global Rift** .

بدا لأول وهلة أن **الأخدود** يمكن أن يكون متصلاً ، أى فلقًا فى قشرة الأرض طولها ٤٠,٠٠٠ ميل . بيد أن الفحص المدقق بيّن أنه عبارة عن أقسام مستقيمة قصيرة متميزة عن بعضها البعض كأنما أزاحت هزات زالزالية كل قسم عن الذى يليه . والواقع أن ثمة اتجاها لأن يحدث الكثير من الزلازل وثوران البراكين على طول الأخدود .

فاتضح على الفور أن القشرة الأرضية مقسمة إلى صفائح كبيرة ، يفصلها عن بعضها البعض الأخدود العالمى العظيم وفروعه . ويطلق عليها **الصفائح التكتونية** (من كلمة يونانية تعنى " النجّار " ، لأن الصفائح تبدو متلاصقة بمهارة وتعطى الانطباع بأنها قشرة متصلة غير مكسورة) . ويشار إلى دراسة تطور القشرة الأرضية انطلاقا من هذه الصفائح بالكلمتين المذكورتين بالترتيب العكسى - أى : تكتونيات الصفائح .

وما الرأى فى الأنسياب القارى ، الذى تحدث عنه ڤجنر ، فى ضوء ما تقدم ؟ إذا تأملنا صفيحة بمفردها لوجدنا أن الأشياء الموجودة فوقها لا يمكن أن تنساب أو تغير موقعها بالنسبة لتلك الصفيحة . فأمريكا الشمالية ملتصقة للأبد بالصفيحة التى تحملها (**صفيحة أمريكا الشمالية**) بالوضع الذى هى عليه الآن . ولكن ما الأمر إذا استطاعت الصفيحة ذاتها أن تتحرك ، حاملة أمريكا الشمالية معها ؟

قد يبدو هذا غير محتمل طالما أن الصفائح المجاورة معشّقة معًا بمثل هذا الإحكام . ومع ذلك فتخوم الصفائح حافلة بالبراكين . بل إن سواحل المحيط الهادىء ، التى تشكل حدود صفيحة المحيط الهادىء ، غنية بالبراكين النشطة والخاملة إلى درجة أنه يطلق على كل المنطقة « دائرة النار » .

أليس من الممكن ، إذن ، أن تشق الصخور السائلة الحارة (الصُهارة) طريقها من أعمق أعماق طبقات الأرض إلى أعلى - من خلال " أخدود " - فى مواضع شتى ،

متجلية فى صورة نشاط بركانى فى مكان أو آخر ؟ وعلى وجه التحديد ، من الممكن أن تصعد الصهارة ببطء شديد من خلال قطاع " الأخدود " الموجود فى وسط الأطلنطى ، وتظهر فى صورة ثورانات بركانية نشطة فى أيسلندا (التى تقع على الأخدود) ، لكنها تتجمد بملامستها ماء المحيط فى أماكن أخرى . ومن الممكن أن تكون هذه الصهارة هى التى كونت "سلسلة مرتفعات وسط الأطلنطى" . ومع تصاعد المزيد والمزيد من الصهارة ، يدفع الصخر المتجمد صفيحة أمريكا الشمالية وصفيحة أوراسيا بعيداً عن بعضهما البعض ببطء شديد ، ويباعد كذلك ما بين صفيحة أمريكا الجنوبية وصفيحة أفريقيا .

من الممكن إذن أن يكون تصاعد الصُّهارة من خلال الأخدود هو الذى صدع "پانجيا" وأبعد أجزاءها عن بعضها البعض ، واتسع الانفصال باطّراد وتحول إلى المحيط الأطلسى . ويسمى هذا انتشار قاع البحر . وكان أول من اقترح فكرته الچيولوچيان الأمريكيان "هارى هاموند هِس" (١٩٠٦-١٩٦٩) و "روبرت سنكلير دايتس" (ولد ١٩١٤) وذلك فى سنة ١٩٦٠

فالقارات ليست طافية ، ولا هى تنساب متباعدة عن بعضها ، كما ظن ڤِجنِر . إنها مثبتة فوق صفائح تندفع بعيداً عن بعضها البعض حاملة القارات معها . وهذه آلية يمكن بيانها عملياً ، وها هم جموع علماء الچيولوچيا الذين ازدروا ڤِجنِر وهزأوا به من قبل ، يعودون الآن زرافات ووحدانًا ، فى حالة من الإثارة والحماس ، إلى مفهوم " پانجيا " وتصدعها .

وبطبيعة الحال ، إذا أبعدت صفيحتان عن بعضهما البعض ، فمن المحتم على كل منهما (نظرا لأن كل الصفائح متوافقة بإحكام) أن تلتصق بصفيحة أخرى على الجانب الآخر . وعندئذ يجب أن تنزلق صفيحة تحت الأخرى ، فتجر قاع البحر إلى أسفل فى أغوار سحيقة ، والاحتمال الآخر هو اضطرار الصحفيحتين ، عند التصاقهما بعضهما البعض ، إلى التجعد وتشكيل سلاسل جبال .

وقد بدأت پانجيا ، قبل حوالى ٢٢٥ مليون سنة ، تتصدع إلى نصف شمالى يشمل أمريكا الشمالية وأوروبا وآسيا ، ونصف جنوبى يشمل أمريكا الجنوبية وأفريقيا والهند وأستراليا وأنتاركتيكا . ويطلق على النصف الشمالى **لوراسيا** لأن أقدم جزء من قارة أمريكا الشمالية هو المرتفعات اللورانتية شمالى نهر سانت لورنس . أما النصف الجنوبى ، فمازال يحمل اسم **جوندوانا** لاند الذى أطلقه عليه "سويس" ، لكنه لا يحتوى على أى جسور برية .

وقبل حوالى ٢٠٠ مليون سنة . بدأت أمريكا الشمالية تُدفع بعيدا عن أوراسيا ، وقبل ١٥٠ مليون سنة بدأ أيضا دفع أمريكا الجنوبية وافريقيا بعيداً عن بعضهما البعض . وقبل حوالى ١١٠ ملايين سنة بدأ الجزء الشرقى من جوندوانا لاند ينقسم إلى مدغشقر والهند وأنتاركتيكا وأستراليا . وظلت مدغشقر قريبة إلى حد ما من افريقيا ، لكن الهند تحركت أبعد من أى كتلة أخرى من اليابسة . تحركت شمالا مندفعة صوب آسيا الجنوبية ، فشكلت جبال هيمالايا ، ومنطقة جبال پامير وهضبة التبت – وهى أحدث وأعظم وأروع منطقة مرتفعات على وجه الأرض . وربما انفصلت انتاركتيكا وأستراليا عن بعضهما منذ ٤٠ مليون سنة فقط ، وتحركت أنتاركتيكا جنوبا نحو مصيرها المتجمد .

ومازالت الصفائح تتحرك اليوم ، بطبيعة الحال ، ومازالت القارات تتحرك ببطء نتيجة لذلك ، وهناك أخدود كبير فى الجزء الجنوبى من شرق أفريقيا ، وقد يشكل البحر الأحمر بداية محيط يتسع ببطء . وربما تلتقى القارات مرة أخرى فى المستقبل بعد مئات الملايين من السنين لتكوّن پانجيا جديدة قد تستمر بعض الوقت قبل أن تنقسم من جديد لتكوين قارات جديدة مختلفة بعض الشىء عن القديمة . وقد يحدث **هذا المرة بعد المرة بنفس الطريقة التى ربما تكونت بها پانجيا منذ ٢٢٥ مليون سنة من قارات مستقلة التحمت ببعضها ، وربما وجِدت پانجيا أخرى قبل السابقة بوقت طويل ثم پانجيا أخرى قبلها بزمن طويل .**

وقد ثبت الآن أن الصفائح التكتونية هى لبّ علم الچيولوچيا وجوهره الصميم . . فهى تفسر الهزات الأرضية ، والبراكين ، والأغوار العميقة ، وسلاسل الجزر ، والانسياب القارى ، وتوزيع الكائنات الحية وغير ذلك الكثير . بل قد يحدث أن تؤدى حركات الصفائح إلى دفع قارة عبر أحد القطبين ، فتسبب تثلّجاً وتجلب عصراً جليدياً قد يؤدى إلى هبوط منسوب البحار وتبريد مياه المحيطات ، ويسبب بذلك انقراضاً جماعياً .

هكذا نرى أن سطح الأرض يتطور وأن القارات ، كما نعرفها الآن ، تكونت ببطء فى أثناء حقبتى الميزوزوى والكينوزوى .

وأخيراً أصبحنا الآن على استعداد لاقتفاء أثر الأشياء بمزيد من الرجوع إلى الوراء فى الماضى ، **ويمكننا أن نتساءل عن بدايات الأرض ذاتها .**

- 14 -

الأرض

واقع الأمر أنه لم تكن هناك طريقة معقولة لتقدير عمر الأرض إلى أن ثبت مبدأ الاتساق . فبمجرد أن تم التسليم بأن تغيرات بطيئة تحدث عبر فترات طويلة من الزمن ، أصبحت طريقة تقدير عمر الأرض واضحة . علينا أن نحسب معدل حدوث تغيير بطيء بعينه ، وتحديد التغيير الكلى الذى حدث ، ثم قسمة الثانى على الأول .

وقد جرت أول محاولة لعمل ذلك فى ١٧١٥ ، حينما فكر عالم الفلك الإنجليزى "إدموند **هالى**" (١٦٥٦-١٧٤٢) كما يلى :

تذيب الأنهار أثناء جريانها كميات طفيفة من الأملاح من الأرض التى تجرى فيها وتنقلها إلى المحيط . ويبقى الملح فى المحيط ، إذ إن الجزء المائى من البحر هو الذى يتبخر وحده تحت تأثير الشمس . وهذا البخار المائى يتساقط كمطر لا يحتوى على ملح يذكر ، ولكن عندما تعيد الأنهار الماء المتساقط إلى المحيط ، فإنها تنقل من الأرض قدرا أكبر من الملح المذاب . ويحدث هذا المرة تلو المرة .

فاذا افترضنا أن المحيط كان مياهًا عذبة فى أول الأمر ، وقسنا كمية الملح التى تضاف إليه كل سنة ، فبإمكاننا أن نحسب كم عدد السنين ظل ذلك الملح يضاف لجعل ماء المحيط يتألف من الملح بنسبة ٣,٢ فى المائة ، كما هو الحال اليوم .

من حيث المبدأ ، هذه عملية حسابية غير معقدة وبسيطة جداً ، لكنها تنطوى على كثير من الثغرات . **فأولاً** : يحتمل أن المحيط لم يبدأ كمياه عذبة ، وأنه كان يحتوى على ملح ؛ هذه واحدة .

ثانياً : من المستحيل تمامًا أن يكون "هالى" قد عرف ، فى زمنه ، المعدل الدقيق لإضافة الملح إلى المحيط فى كل عام ، لأن هناك أنهاراً كثيرة خارج أوروبا لم يكن أبدًا

قد جرى تحليلها كيميائيًا ، بل لم يكن من الممكن معرفة حجم المياه التى تصب فى المحيط معرفة دقيقة . فكان على المرء أن يقوم بتقدير تقريبى استنادًا إلى الأنهار التى يعرفها ، وكان من السهل أن يجىء التقدير خاطئا خطأ فاحشًا .

ثالثا : لم تكن هناك وسيلة لمعرفة ما إذا كان معدل الملح المنقول إلى المحيط يظل فعلا ثابتا سنة بعد سنة . فمن الممكن أن تكون الأنهار أكثر صخبًا أو أكثر هدوءًا فى فترات معينة من عمر الأرض ، ويحتمل ألا يكون الوضع الراهن فى أى مكان قريبًا من المتوسط .

رابعاً : هناك عمليات يمكن أن تزيل الملح من المحيط . فالرياح العاصفة تحمل رذاذ المحيط بما يحتوى عليه من ملح إلى اليابسة . ولسان المحيط الممتد داخل اليابسة ، قد يجف تمامًا إذا كانت مياهه ضحلة ، ويخلّف وراءه حمولته من الملح (وهى المصدر الذى تتكون منه مناجم الملح) . فإذا ما أُخذ كل ذلك فى الاعتبار ، كان من الممكن جدا أن ينتهى "هالى" إلى رقم يجانب الحقيقة بشكل مخيف .

لقد كان تقديره ، فى الواقع ، أن عمر البحر المحيط على الأرض قد يصل إلى ١٠٠٠ مليون سنة . وهذا التقدير كان فى ذلك الوقت تقديرًا محترمًا جدًا لأول مرة على الإطلاق . غير أنه لم يكن له إذ ذاك أثر يذكر فى الأذهان . فقد كان قرار "أشر" لا يزال متسلطا على النفوس فى ذلك الوقت ، وكان من السهل القول إنه عندما خلق الله الأرض منذ ٦٠٠٠ ، سنة فإنما خلقها بمحيط يحتوى على نسبة الملح الموجودة به اليوم .

(والواقع أن الناس يجادلون ، من وقت لآخر ، على هذا النحو ، رافضين الأدلة المؤيدة للتطور البيولوچى . فيقولون إن الله خلق الأرض بكل الحفريات فى مواضعها وبكل الأدلة الأخرى على قدم عمر الأرض كذلك . وقد تم هذا إما لخداع الإنسانية ، انطلاقًا من استعداد ماكر للمزاح ، وإما لاختبار إيمان الناس بأن الوحى أقوى من الملاحظة والتفكّر ، أو لدوافع أخرى تافهة غير إلهية . وثمة بعض من الناس شديدى التمسك بالمعنى الحرفى للصفحات الافتتاحية لـ " التوراة " ، يمكن أن يقبلوا هذا النوع من الحجج ، لكنّ من يُعملون فكرهم لا يقبلونها حتى إذا كانوا متدينين بصدق .)

وهناك طريقة أخرى لتقدير عمر الأرض تعتمد على معدلات الترسيب . فيقولون إن أنهار وبحيرات ومحيطات العالم تحط طيناً ووحلاً – **رواسب** – وتنضغط هذه الرواسب تحت ثقل طبقات أخرى تحط فوقها ، فتتحول إلى صخور رسوبية . وبما أن الأجزاء المائية من الكرة الأرضية حافلة بالكائنات الحية ، فكثيرا ما يحدث أن ُتحتبس كائنات حية ، أو ميتة حديثًا ، أو أجزاء منها ، فى الرواسب فى ظروف تساعد على تحفّرها . وحتى حيوانات اليابسة كانت مضطرة بصفة دورية إلى البحث عن ماء ، ومن الممكن أن تقع حبيسة ثقوب مائية أو أن تُقتل فيها ، وينتهى بها الأمر بطريقة ما فى الصخور الرسوبية كحفريات .

ويستطيع الباحثون عن حفريات قياس سمك الصخور الرسوبية التى يعثرون فيها على حفريات . وإذا ما أمكن تحديد معدل الترسيب فإنه يمكن ، بالاستناد إلى سمك الطبقات الممثلة لفترة چيولوچية معينة ، حساب طول مدة تلك الفترة . ومتى تم ترتيب الفترات ، أمكن تحديد مجموع مددها جميعًا والزمن المنقضى قبل الوقت الحاضر .

ولم تكن هذه طريقة دقيقة جدا لقياس عمر الحفريات ، إذ من المستحيل القول إن كان معدل الترسيب واحداً فى مكان معين وآخر ، أو فى زمن معين وآخر . والاختلافات كبيرة (وغير معروفة حقا فى بعض الأحيان) إلى درجة يتعذر معها الوثوق حقًا فى أى متوسط يمكن التوصل إليه بعملية حسابية .

ومع ذلك قدمت تقديرات مفادها أن أقدم الحفريات ربما ترجع إلى ٥٠٠ مليون سنة ، ولم يكن فى ذلك بأس على الإطلاق فى مجال التصدى لأمر غير مؤكد مثل الترسيب . وفى ضوء هذه الخلفية المتمثلة فى أن عمر الأرض يمكن أن يكون ٥٠٠ مليون سنة أو أكثر ، استطاع "داروين" أن يفترض أن التطور البيولوچى يسير وفق منهج ينطوى على تغييرات عشوائية مصحوبة بانتخاب طبيعى يزيل العشوائية ويضفى على العملية مظهراً خادعًا تبدو فيه شيئا مقصوداً . ولابد أن تكون هذه العملية بطيئة جداً ، وتحتاج إلى مئات الملايين من السنين .

ومع ذلك ، فحتى قبل أن يقدم "داروين" نظريته ، لقيت هذه الفكرة القائلة إن الأرض قديمة للغاية مناقضة لم تنبع من اعتبارات دينية ، بل أتت من علماء استخدموا قوانين فيزيقية تبدو غير قابلة للمناقشة .

وفي السنوات ١٨٤٠ ، أخذ يتضح أكثر فأكثر أن الطاقة لا يمكن خلقها ولا إفناؤها . وبدا أن الكون يحتوى على زاد ثابت من الطاقة يمكن تحويله من شكل إلى آخر ، لكن مقداره الكلى يظل بلا تغيير . وهذا ما يسمى **قانون حفظ الطاقة** ، أو القانون الأول للديناميكا الحرارية (الترمو ديناميكا) ، وهو يعتبر إلى يومنا هذا أكثر قوانين الفيزيقا - جمعاء - أساسيةً . وقد صاغه رسمياً عالم الطبيعة الألمانى "هرمان ل.ف.فون **هلمهولتس**" (١٨٢١-١٨٩٤) فى سنة ١٨٤٧

وبمجرد أن قُدِّم قانون حفظ الطاقة وحاز قبولا ، نشأت مسألة مصدر طاقة الشمس . لم تكن المسألة قد أثيرت أبدا من قبل . فكان يظن إما أن الشمس تسطع بصورة ثابتة ، يومًا بعد يوم ، طوال التاريخ كله لأن تلك إرادة الله ، وإما أنها مجرد كرة من الضوء متوهجة للأبد بحكم طبيعتها .

لكن هذا محال . ذلك أنه إذا كانت الشمس ظاهرة طبيعية ، فلابد أنها تصدر كميات ضخمة من الطاقة لإنارة الأرض وتدفئتها من مسافة ٩٣ مليون ميل (١٥٠ مليون كيلو متر) ، وتلك الطاقة يجب أن تأتى من مكان ما .

إن الشمس لا تستطيع الحصول على طاقتها كما تفعل الحرائق التى تشب على الأرض . فالحرائق الأرضية تنشأ من الاتحاد الكيميائى بين الوقود والأكسچين . بيد أنه إذا كانت الشمس تتألف من وقود وأكسچين ، فإن كل محتواها - رغم أن كتلتها تعادل ٣٣٣,٠٠٠ مرة كتلة الأرض - كانت ستحترق فى أقل من ثلث الأزمنة التاريخية إذا استمرت تنتج طاقة بمعدلها الحالى .

فلابد أن هناك مصدراً آخر وأكبر للطاقة ، مسئولاً عن الشمس . وبحلول ١٨٥٤ قرر "هلمهولتس" أن ثمة مصدراً واحداً للطاقة كبيراً بما فيه الكفاية ، ويحدث تغييراً قليلاً وكافيًا فى الشمس ، يفسر إنتاجها للطاقة . فقرر أنه لابد من أن الشمس

تنكمش . فمادتها تسقط إلى الداخل ، وهذا السقوط يمثل فقدانًا لطاقة جانبية تتحول إلى إشعاع يصل إلى الأرض فى صورة ضوء وحرارة .

وانكماش بمقدار ١/٢٠٠٠ من نصف قطر الشمس يعطى كل الطاقة التى أطلقتها منذ اخترع السومريون الكتابة . والمرجح أن هذا الانكماش مر دون أن تلحظه العين المجردة وهكذا بدا كل شىء على ما يرام .

وهذا يعنى أنه عندما اخترع السومريون الكتابة منذ ٥٠٠٠ سنة ، كانت الشمس أكبر بقدر طفيف جدا فى الواقع ، ومن ثم فى المظهر ، مما هى عليه اليوم ، ولو عدنا إلى الوراء ٥٠٠٠ سنة أخرى حتى بداية الحضارة لكانت أكبر بقدر طفيف آخر وهلم جراً .

وقد استأنف عالم الطبيعة الأسكتلندى "وليم طومسون" (اللورد كلفين) (١٨٢٤-١٩٠٧) بحث الموضوع . وبحلول ١٨٦٢ انتهى فى حساباته إلى أن الشمس كانت منذ ٥٠ مليون سنة متمددة إلى حجم مدار الأرض حولها . وبعبارة أخرى ، لو أن الشمس كانت فى بدايتها بحجم مدار الأرض وانكمشت إلى حجمها الراهن لكانت أطلقت بمعدلها الحالى طاقة لمدة ٥٠ مليون سنة فقط . وذلك يعنى أن الأرض لا يمكن أن يزيد عمرها عن ٥٠ مليون سنة وما كان بوسعها إعالة الحياة إلا بعد أن تكون الشمس قد انكمشت بما فيه الكفاية لترك الأرض باردة نسبيًا . ومن ثم يكون عمر الحياة أقل كثيراً من ٥٠ مليون سنة .

وقد أفزع هذا علماء الجيولوجيا والبيولوجيا معًا إذ إنهم كانوا متأكدين يقينًا من أن الأرض أقدم كثيراً من ذلك . فالعمر الذى اقترحه كلفين كان ، بمقاييس زمانه ، قصيرا إلى درجة تدعو للسخرية فى نظر من كانوا يدرسون التغيرات البطيئة فى القشرة الأرضية وفى التطور الارتقائى ، مثلما كان العمر الذى اقترحه "أشر" .

ومع ذلك هل بوسع كائن من كان أن يجادل فى قانون حفظ الطاقة ؟ إن كل ما كان علماء البيولوجيا والجيولوجيون يستطيعون ، هو الإصرار على أنه يوجد فى مكان ما ، بطريقة ما ، مصدر آخر للطاقة ، أكبر وأفضل من انكماش الشمس ،

ويمكنه تعليل وجـود طاقة الشمس طوال ما لا يقل عن عشرة إلى عشرين مثل المدة التى أتاحها "كلفين" .

جاء الحل – سواء فيما يتعلق بعمر الأرض أو فيما يتعلق بمصدر طاقة الشمس – من اكـتـشـاف توصل إليـه عـالم الفـيـزياء الفـرنسـى "أنطوان هنرى **بكريل**" (١٨٥٢–١٩٠٨)

فقد اكتشف مصادفة ، فى ١٨٩٦ ، أن عنصر اليورانيوم يطلق ببطء ولكن باطراد إشعاعات من الطاقة . وفى ١٨٩٨ اكتشفت عالمة الفيزياء البولندية – الفرنسية "**مارى** سكلودوفسكا **كورى**" (١٨٦٧–١٩٣٤) أن عنصـر الثـوريوم يطلق أيضـاً إشـعـاعـات من الطاقة ، وأطلقت على الظاهرة اسم **النشاط الإشعاعى** .

واتضح أيضًا أن اليورانيوم والثوريوم (وكذا عناصر أخرى ومجموعات منوعة من العناصـر ، ثبت أنها مشعّة) ، ينتجان طاقة عند إطلاقهما هذا الإشعاع . وكان "بيير كورى" Pierre Curie (١٨٥٩–١٩٠٦) ، زوج مـارى ، هـو أول من قـاس (فى ١٩٠١) إنتـاج الطاقـة واسـتطاع أن يبين أن مـجـمـوع الطـاقـة التى يطلقـهـا وزن مـعلوم من اليورانيوم أكبر بشكل هائل من الطاقة التى يطلقـهـا نفس الوزن من الفحم المحترق . غير أن الطاقات الإشعاعية تطلق ببطء شديد (على مدى آلاف الملايين من السنين فى حالتى اليورانيوم والثوريوم) إلى درجة أن القياسات الدقيقة هى وحدها التى تكشف النقاب عن وجودها .

وفى ١٩٠٤ أبدى عـالم الفـيـزياء البـريطانـى النيـوزيلندى المولد "إرنست **رذرفورد**" (١٨٧١–١٩٣٧) أنه لابد أن يكون هذا المصدر الجديد للطاقة ، بشكل ما ، هو مفتاح مشكلة طاقة الشمس . وقال إنه مصدر غنى إلى درجة لا تصدق بحيث يتيح للشمس أن تسطع بلايين السنين دونما تغيير ملحوظ . وذلك يتيح للأرض أن تكون قديمة القدم الذى يقول به علماء الچيولوچيا والبيولوچيا . وقال ذلك فى محاضرة عامة وكان "كلفين" ذاته ، الطاعن فى السنة يومئذ ، ضمن جمهور المستمعين .

لكن ما هو بالدقة مصدر هذه الطاقة الإشعاعية ؟ لم يكن ثمة مصدر ظاهر فى بادىء الأمر . فهل كان هذا يعنى أنه سوف يتعين التخلى عن قانون حفظ الطاقة ؟

لا ، لم يكن ثمة ضرورة لذلك . فقد هيأ "رذرفورد" للإشعاعات ذات الفاعلية الإشعاعية radioactive radiations أن تندفع بعنف لترتطم بذرات سليمة وأوضحت النتيجة أن الذرة ليست مجرد كرة خاملة بالغة الدقة ، كما ظل علماء الكيمياء يفترضون ذلك طوال القرن التاسع عشر . فبحلول ١٩١١ أثبت أن الذرات تتألف من نواة دقيقة **جدًا** فى مركزها ، وأن حجم النواة ١/٠٠٠, ١٠٠فقط من قطر الذرة كلها . وتكاد كتلة الذرة كلها تتمثل فى تلك النواة الدقيقة ، وحولها جُفاء من الإلكترونات الخفيفة التى تملأ بقية الذرة .

والطاقة العادية المتأتية من تغيير كيميائى ، مثلما يحدث عند احتراق الوقود أو انفجار الديناميت ، تنتج من تبدلات فى ترتيب الإلكترونات الخفيفة . أما الطاقات الأكبر بكثير والناتجة من النشاط الإشعاعى ، فإنها تنتج من تبدلات فى الجسيمات الأضخم كتلة بكثير والموجودة داخل النواة الدقيقة . هكذا اكتشفت الطاقة النووية .

لقد غدا واضحًا إذن أنه لابد أن تكون الشمس تستمد طاقتها من الطاقة النووية ، وإن استغرق تحديد التفاصيل الدقيقة للعملية عشرين سنة أخرى .

وكأنما ذلك لم يكن كافيًا ، فقد أفادت ظاهرة النشاط الإشعاعى فى تحقيق غرض آخر لا يكاد ، فى مجاله يقل عن سابقه إثارة للاهتمام .

ذلك أن العلماء سرعان ما اكتشفوا أنه عندما تُطلِق ذرة ذات نشاط إشعاعى إشعاعًا ذا طاقة ، فإن نواتها تعيد ترتيب نفسها ، بحيث تصبح الذرة ذات طبيعة مختلفة . ففى ١٩٠٤ أوضح عالم الفيزياء الأمريكى "برترام بوردن **بولتوود**" (١٨٧٠-١٩٢٧) أنه عندما يتحلل اليورانيوم (أو الثوريوم) فإنه يشكل نوعًا آخر من الذرة تتحطم هى الأخرى ، وتطلق إشعاعات لتشكيل نوع ثالث يتحطم ، وهلم جرا . ومن ثم يسعنا أن نتحدث عن **سلاسل مشعة** . كما أوضح بولتوود أن الذرة النهائية فى كل من سلاسل اليورانيوم وسلاسل الثوريوم عبارة عن رصاص . وذرة الرصاص التى تنتج من السلاسل ليست مشعة ولا تتغير بعد ذلك . فالأثر النهائى لهذا النوع من النشاط الإشعاعى هو تحويل اليورانيوم أو الثوريوم إلى رصاص .

وفى نفس تلك السنة ، بيّن رذرفورد أن مادة مشعة معينة تتصرف دائمًا بحيث يتحلل دائما نصف أى كمية منها فى نفس المدة الزمنية الخاصة بها . وأطلق على هذه المدة الزمنية **نصف العمر** (وقد ورد ذكر هذا المفهوم فى موضع سابق من هذا الكتاب بمناسبة الكلام عن **الكربون-١٤**) .

وكل مادة مشعة مختلفة لها نصف عمر مختلف ، يكون فى بعض الحالات جزءًا صغيرًا جدًا من الثانية ، ويبلغ فى حالات أخري آلاف الملايين من السنين ، وفى حالات غير هذه وتلك ، أى مدة بين بين . وكل مادة معلومة يكون لها دائمًا نصف عمر واحد ، على الأقل في ظل الظروف السائدة على الأرض . وإذا كان نصف عمر مادة مشعة معينة معلومًا ، فمن السهل أن نحسب كم سيتبقى منها بعد انقضاء أى وقت معلوم .

وفى ١٩٠٧ ارتأى بولتوود أنه إذا كانت صخرة ما تحتوى على يورانيوم ، فلا مناص من أن يتحول بعض منها - ببطء شديد- إلى رصاص . ومن مقدار الرصاص الذى يتراكم فى الصخرة ، فى ارتباط باليورانيوم ، يمكنك أن تحسب طول المدة التى انقضت منذ وجدت الصخرة فى حالة جماد (طالما أن الصخرة جامدة ، فلا يمكن أن يتسرب منها اليورانيوم ولا الرصاص) .

وبما أن نصف عمر اليورانيوم ٤٥٠٠ مليون سنة وعمر الثوريوم ١٤٠٠٠ مليون سنة ، فإنه - حتى إن كان عمر الأرض عدة آلاف الملايين من السنين - لا يكون الوقت قد اتسع أمام كل اليورانيوم أو كل الثوريوم ليتحلل ، ويظل بإمكانك أن تحسب عمر الصخرة .

وتشاء الصدف أن يكون اليورانيوم والثوريوم موجودين فى أنواع عديدة من الصخور على وجه الأرض ، بحيث يسهل تحديد عمر أى منها . ومن المسلم به أن اليورانيوم والثوريوم موجودان بكميات صغيرة ، ولكن السعى لاكتشاف المواد المشعة إجراء بالغ الدقة ، وكل ما يلزم هو وجود كميات صغيرة منها .

وبمرور الوقت اكتشفت مواد مشعة أخرى تبلغ أنصاف أعمارها آلاف الملايين من السنين . ويوجد من البوتاسيوم ، وهو عنصر موجود بكثرة ، نوع خاص هو

البوتاسيوم – ٤٠ ، مماثل بنسبة ذرة واحدة من كل ١٠,٠٠٠ ذرة بوتاسيوم . والبوتاسيوم –٤٠ مشعٌ ونصف عمره ١٣٠٠ مليون سنة ، وعندما يتحلل يتحول إلى الـ أرجون –٤٠ وهى مادة غازية مستقرة .

وثمة عنصر آخر ، هو الروبيديوم ، أقل شيوعًا من البوتاسيوم ، وربع ذراته تماما من عنصر الـ روبيديوم – ٨٧ وهو مشع ونصف عمره ٤٦,٠٠٠ مليون سنة ، وعندما يتحلل يتحول إلى سترونتيوم – ٨٧ ، هو عنصر مستقر . ويمكن أيضًا استخدام كل من البوتاسيوم والروبيديوم لتحديد الأعمار الطويلة بقدر كبير من الدقة .

(وبالمناسبة نذكر أن كون هذه المواد المشعة واسعة الانتشار فى القشرة الأرضية أمر له أهميته . إنها غير موجودة بكميات كافية لإلحاق أضرار رهيبة بالحياة . وعلى كل ، لقد عاشت الكائنات الحية زمنًا طويلاً مع وجود هذه المواد المشعة ، ولم تَمّحِ . بيد أن هذه المواد المشعة تؤدى دور المصدر الضعيف ، لكنه طويل البقاء جدا ، للحرارة التى تتراكم فى القشرة الأرضية بسرعة ربما تعادل سرعة إشعاع الأرض للحرارة فى الفضاء . وهذا يعنى أن الأرض لا تبرد إلا ببطء شديد ، إن كانت تبرد على الإطلاق ، ويقضى تماماً على أى نظريات چيولوچية يترتب عليها إمكان حدوث تبريد وانكماش فى الأرض ، لو لم يكن هناك مصدر حرارة طويل الأمد داخل كوكبنا) .

ومن المسلم به أنه ، رغم أن مبدأ قياس عمر الأشياء بواسطة التحلل الإشعاعى بسيط ودقيق تماماً ، قد يكون تطبيقه العملى صعبًا . فيجب أخذ عينات من الصخور بعناية ، ويجب إجراء قياسات إشعاعية دقيقة المرة تلو المرة ، ويجب أن تكون هناك طريقة ما لتحديد ما إذا كان يوجد فى البداية أى رصاص (أو سترونتيوم أو أرجون) لا علاقة له بالتحلل الإشعاعى ، وهلم جراً .

ومع ذلك ابتكرت أساليب وطوِّعت عمليًا ، وحُسِبتْ مدد بقاء العصور الچيولوچية المختلفة ، والزمن الذى وجدت فيه قبل الوقت الراهن . وهذه هى الطريقة التى أمكن التوصل بواسطتها إلى الأرقام الواردة في الفصول السابقة .

وواقع الأمر أنه اكتشفت صخور أقدم من أىٍّ من التى بحثناها إلى الآن . كانت هناك صخور عمرها ١٠٠٠ مليون سنة ، ولغاية ١٩٣١ كانت قد وجدت صخور عمرها ٢٠٠٠ مليون سنة - بل وأقدم من ذلك . ففى غرب جرينلندا صخور تجاوز عمرها ٣٠٠٠ مليون سنة . وأقدم صخرة عثر عليها حتى الآن يبلغ عمرها ، فيما يبدو ، ٣٨٠٠ سنة ، مع احتمال وجود فارق قدره مليون سنة بالزيادة أو النقص .

وهذا يمثل **حدًا أدنى** لعمر الأرض ، لأنه كلما كانت الصخرة أقدم عهدًا قَلَّ - بحكم المعقول - احتمال العثور عليها بحالة سليمة لم تمس طوال مدة وجودها . فالصخور قد تُحَتّ بفعل الريح أو الماء أو الكائنات الحية ؛ أو قد تحمل بعيدا إلى باطن الأرض بفعل حركة الصفائح وتنصهر . ومن ثم يحتمل وجود صخور يزيد عمرها عن ٣٨٠٠ مليون سنة ، لكنها نادرة إلى درجة أنه لم يعثر عليها ، أو ربما لا توجد حقًا صخور عمرت لفترة أطول مما يذكر .

ومع ذلك ، تمكن العلماء ، بناء على تغير نسب الروبيديوم والسترونتيوم فى الصخور ، من التوصل بإعمال الفكر إلى معرفة متى بدأت الأرض تتخذ على وجه التقريب حجمها وبنيتها الحاليين . وأقرب الاحتمالات الآن هو أن الأرض تشكلت منذ ٤٥٥٠ مليون سنة .

وهذا الرقم يعطينا منظوراً مختلفا تمام الاختلاف إلى الزمن الچيولوچى . فعندما قلت فى فصل سابق إن الحبليات الأولى ظهرت قبل ٥٥٠ مليون سنة ، فإن ذلك بدا كأنما هو حدث وقع فى ماض بعيد بُعدًا يفوق التصور . مع ذلك ، فواقع الأمر أننا نرى الآن أنه حدث منذ عهد قريب إلى حد ما . والرجوع ٥٥٠ مليون سنة إلى الوراء يقودنا إلى الثُمْن الأخير من تاريخ الأرض إذ إنه ، طوال سبعة أثمان مدة وجودها ، لم يكن هناك حبليات من أى نوع - ولو أبسطها - تعيش فى أى مكان .

- 15 -

الحفريـــات

الحفريات الشائعة فى **حقبة الكمبرى** التى دامت ما بين ٦٠٠ مليون و ٥٠٠ مليون سنة مضت ، هى ثلاثيات الفصوص ، وسميت كذلك لأن أجسادها تتألف من ثلاثة فصوص . وهى مفصليات ، أى من الشعبة التى تنتمى إليها القشريات الحديثة ، مثل السرطان (الكابوريا) وجراد البحر (الكركند) ، كما تنتمى إليها كائنات حية برية ، مثل الحشرات والعناكب .

وقد عُثر على نحو ١٠,٠٠٠ نوع من ثلاثيات الفصوص ، بعضها صغير جدا طوله عُشر بوصة (٢,٥ ملليمتر) فقط ، وبعضها يتجاوز طوله قدمين (٢٦ سنتمترا) . وقد تعرضت لخسائر رهيبة خلال عدد من أحداث الانقراض الجماعى أثناء الكمبرى ، وعجزت فى النهاية عن استرداد قدرتها على الحياة ، فتضاءل عددها سريعًا بعد الكمبرى ، وبادت جميعا قبل نهاية حقب الپاليوزوى .

ومع ذلك ، فقد تركت صدًى وراءها ، إذ هناك ملك السراطين [(١)] Horseshoe Crab الذى ما فتىء يعيش دون تغيير يذكر ، منذ مدة تصل إلى ٢٠٠ مليون سنة ، أى منذ الچوراوى . وعلاقته بثلاثيات الفصوص مثل علاقة التماسيح بالديناصورات . (من حيث البنية ، تعتبر ملوك السراطين وكذلك ثلاثيات الفصوص ، أوثق صلة بالعناكب منها بالكابوريا .)

والحفريات الممثلة لشعب أخرى ماثلة أيضًا فى الكمبرى . فهناك الرخويات (والموجود منها حاليا المحارات ، والبطلينوس (اللزيق) ، والسبيط (الحبار) ، ونوات الجلد الشائك (ويكثر منها الآن نجم البحر والقنفذ البحرى) ، والعضدى الأرجل (نوع

(١) ويسمى أيضًا King Crab ، و هو نوع ضخم من الكابوريا فى المحيط الهادىء ، يصاد لأكله (م) .

تكون كوكب الأرض
بدء تكون الخليات
تكون الأكسجين في الجو

٤٥٠٠ م س ق
٤٠٠٠ م س ق
٣٨٠٠ م س ق
٣٥٠٠ م س ق
٢٠٠٠ م س ق
١٠٠٠ م س ق
٨٠٠ م س ق
٦٠٠ م سنة *

بداية «التطور الكيميائي»
طلائع الحياة
جزيئات رنا وحمض النووي الخيط
جينات - فيروسات
الفيروسات البدائية والكرات المصغرة
خلايا البروكاريوت الأولى التنفطة
خلايا بروكاريوت
بكتريا
خلايا يوكاريوتية
الكروموسومات والميتوكوندريا الريبوسوم
اللاحشويات
الثقبيات
الشعبة العليا لقنفذيات الجلد
القنفذيات الجلد (جلد شائكي)
الخلايات
الشعبة العليا للحلقيات
ثلاثيات الفصوص - المفصليات الحلقيات

جزيئات رنا
فيروسات
الزنيات صغيرة دقيقة
خلايا بروكاريوت
اسفنج
قنديل البحر
رخويات:
مفصليات
حلقيات

من الحيوان الصدفى نادر إلى حد ما فى الوقت الحاضر) ، والثقبيات (مثل أنواع الإسفنج الحديثة) ، والحلقيات (الديدان الحلقية) (وأشهرها اليوم دودة الأرض) ، وهلم جراً .

والمرجح جدا أن جميع الشعب الحيوانية باستثناء الحبليات كانت موجودة فى الكمبرى الباكر ، وكذلك بطبيعة الحال أشكال بسيطة من النباتات . والواقع أنها ترجع جميعًا إلى عصر الكمبرى منذ بدايته الأولى (وهى أيضًا بداية حقب الباليوزوى) أى نحو ٥٧٠ إلى ٦٠٠ مليون سنة مضت .

والآن تأتى الألغاز . إن صخور الكمبرى هى أقدم صخور نعثر فيها على حفريات وفيرة لأشكال من الكائنات الحية يمكن رؤيتها بالعين المجردة . أما قبل ذلك فلا شىء .

والصخور الأقرب عهداً من ٦٠٠ مليون سنة تحتوى على حفريات تتغير طبيعتها من طبقة إلى طبقة ، بصورة تكاد تكون حادة بسبب عمليات الانقراض الجمعى وما ترتب عليها من تكاثر الكائنات التى ظلت على قيد الحياة وسرعة تطورها . وهذه التغيرات المفاجئة بقدر أو آخر هى التى دفعت الچيولوچيين فى بادئ الأمر إلى تقسيم تاريخ الأرض الحديث إلى عصور ، وعصور فرعية . فالپاليوزوى مفصول عن الميزوزوى بعملية انقراض جمعى هائلة ، والميزوزوى مفصول عن الكاينوزوى بعملية انقراض جمعى تكاد تطاول السابقة فى ضخامتها ، وغالبا ما تتميز التقسيمات الأصغر بعمليات انقراض أقل شأنا .

أما الصخور الأقدم عهداً من ٦٠٠ مليون سنة ، فلا توجد بها علامات دالة على حفريات . والصخور الأقدم عهداً لا تنقسم بوضوح إلى عصور وعصور فرعية . والطريقة الأكثر شيوعًا للإشارة إلى هذه الصخور والطبقات القديمة هى مجرد تسميتها قبل كمبرية **Pre- Cambrian** .

فلماذا نشأ كل هذا التحفز على هذا النحو المفاجىء فى بداية الكمبرى من لا شىء ، كما يبدو فى الظاهر ؟

يمكن أن يقترح البعض تفسيراً مؤداه أن تأثيراً ما خارقا للطبيعة قد أوجد الحياة فجأة فى **هذا** الوقت وليس سنة ٤٠٠٤ ق.م ، وبعد هذا الخلق الإلهى فقط تابعت العملياتُ التطوريةُ المهمةَ .

غير أن ذلك اقتراح مبعثه اليأس . ذلك أننا فى مجال العلم نفترض دائمًا فعالية العمليات الطبيعية . فنحن نعلم ، مثلاً ، أن الحفريات التى نعثر عليها تتألف بصفة رئيسية من الأجزاء الصلبة فى الكائنات الحية - الأسنان ، المخالب ، العظام ، الصدفات ، وهلم جراً . ولهذا السبب ، من الممكن جداً ألا تعطينا الحفريات صورة صادقة تماما للأهمية النسبية لأشكال الكائنات الحية فى حقب مختلفة . ويحتمل جداً أن تكون الشعب التى لها عظام (الحبليات) أو صدفات (المفصليات ، الرخويات ، وهلم جرا) ماثلة بقدر يفوق وزنها . أما الشُعب وأجزاء الشُعب التى تكون الأجزاء الصلبة نادرة أو مفتقدة تمامًا فيها ، فإنها نادراً ما تُصادَف فى السجل الأحفورى ، والتعرف عليها أصعب فى حالة العثور عليها .

فيحتمل إذن أن الأجزاء الصلبة لم تظهر إلا فى بداية الكمبرى وأن التحفر بدأ آنذاك يترك بصماته . ويبدو هذا كأنما هو فكرة معقولة ، لكنه يترك على عاتقنا مشكلة بيان السبب فى أن الأجزاء الصلبة ظهرت بهذا الشكل المفاجىء فى ذلك الوقت بالتحديد . (وسنحاول التصدى لهذا فى جزء لاحق من الكتاب .)

كما ينبغى أن نتذكر أن كل الشُعب كانت ، فيما يبدو ، قد نمت تماما عند مجىء العصر الكمبرى . وتبدو منفصلة عن بعضها البعض بصورة واضحة ، ومنها الحبليات التى ظهرت أول ما ظهرت بعد أن قطع الكمبرى شوطًا .

وإذا ما استبعدنا أية إمكانية لوجود قوة فوق طبيعية خلقت كائنات حية منفصلة عن بعضها **من أول الأمر** ، فلا يسعنا ، عملاً بمبادىء التطور ، إلا أن نفترض أن تطوراً طويلاً حدث قبل عصر الكمبرى ، انشقت خلاله الشعب المنفصلة ، من أرومة تنحدر بدورها من أسلاف بعيدين . وليس بإمكاننا أن نتتبَّع تفاصيل مثل هذا التطور

لعدم وجود حفريات سابقة على الكمبرى ، لكننا نستطيع بالتأكيد أن نفترض ، عقلاً ، أن التطور حدث .

وهذه الفكرة القائلة بحدوث تطور سابق على الكمبرى بدأت تبدو أكثر احتمالا عندما تحدد عمر الأرض الحقيقى بصفة نهائية . فبما أن عمر الأرض ٤٥٥٠ مليون سنة ، فإن حُقب ما قبل الكمبرى تكون قد دامت ما لا يزيد على نحو ٤٠٠٠ مليون سنة وشغلت سبعة أثمان تاريخ الأرض برمته . ومن الواضح أن الوقت كان متسعًا جداً لكى تتطور الشُّعب المختلفة تطوراً بطيئًا .

ولتحرّى هذه الإمكانية ، فلننتقل الآن إلى النظر فى بدايات الكائنات الحية متعددة الخلايا .

- 16 -

الكائناتُ الحية المتعددةَ الخلايا

ذكرت من قبل أن فكرة النمو التطورى للكائنات الحية نشأت إلى حد كبير من ملاحظة وجود أوجه شبه بين الحيوانات . فالذئاب وبنات آوى متشابهة ، وكذلك شأن الأغنام والماعز ، والأسود والنمور ، والخيل والحمير ، وهلم جراً . وإذا مضينا خطوة أبعد ، فإننا نلاحظ أن مجموعات المجموعات تتشابه فى بعض النواحى الأكثر أساسية ، ومجموعات من تلك المجموعات الأكثر اتساعاً تتشابه فى نواح أكثر أساسية من النواحى السابق ذكرها ، وهلم جراً . والطريق الأكثر منطقا لتفسير ذلك (ما لم نفترض وجود قوة فوق طبيعية خلقت الأحياء على هذا النمو من أجل تضليلنا) هو أن نفترض حدوث نمو تطورى ، وأن نزن الأدلة عليه واضعين ذلك فى ذهننا .

بيد أنه إذا كانت هناك أوجه شبه ظاهرة تماماً للعين المجردة ، فمن المتوقع أن تكون هناك أوجه شبه أخرى ، قد تكون أساسية للغاية ، يمكن أن تتضح إذا ما استطعنا أن نرى تفاصيل دقيقة لا تستطيع العين المجردة أن تميزها .

هناك وسائل متعددة لتكبير المظهر الخارجى للأشياء . فالكرة الزجاجية تكبر مظهر الشيء الذى تستقر عليه ، وكذلك شأن نقط الماء . غير أن هذا التكبير محدود وغير مستوٍ ، وكانت هناك حاجة إلى أداة ما ، يصنعها البشر عن قصد وتحدِث تكبيراً واضحاً وأبعد مدًى .

وجاءت أول إلماعة إلى ذلك بعد أن شيد "جليليو" أول مقراب (تلسكوپ) فى ١٦٠٩ ، كان يكبرّ الأشياء عن بعد ، ومكنه من دراسة الأجسام الفلكية بتفصيل أكبر مما كان ممكنًا من قبل . ووجد أنه ، بإعادة ترتيب العدسات بشكل سليم ، يمكنه أيضًا تكبير الصورة الظاهرة لأشياء صغيرة . هكذا أصبح لديه ما سمى فيما بعد المجهر (الميكروسكوب – من كلمات يونانية تعنى : «رؤية ماهو صغير») واستخدمه فى دراسة الحشرات .

كان هذا مجرد ملاحظة عابرة لجليليو . ولكن أول من أخذ يستخدم المجهر بكل جدية هو عالم الأحياء الإيطالى "مارشيللو **مالپيجى**" (١٦٩٤-١٦٢٨) . بدأ نشاطه فى السنوات ١٦٥٠ ، فاستخدم مجهراً لتفحص رئتى الضفدع والأجنحة الغشائية للخفافيش . ومن تلك الملاحظات اكتشف الأوعية الدموية الدقيقة (الشعيرات الدموية « ومقابلها بالإنجليزية » مشتق من كلمتين باللاتينية ، معناهما : « مثل الشعر ») كانت لا ترى بالعين المجردة ، وتصل ما بين الشرايين والأوردة . ودرس أيضاً الحشرات وأجنحة الدجاج ، وسرعان ما اقتفى آخرون أثره .

وفى ١٦٦٥ درس العالم الإنجليزى "روبرت **هوك**" (١٦٣٥-١٧٠٣) شريحة رفيعة من الفلين تحت مجهر ؛ فوجدها مكونة من سلسلة نمطية من الثقوب الدقيقة المستطيلة ، أطلق عليها "هوك" اسم **الخلايا** ، وهو تعبير شائع اليوم ، يعنى مقابله الإنجليزى : "الغرف الصغيرة" .

غير أن الفلين نسيج ميت . والنسيج النباتى الحى يتكون أيضا من تلك الوحدات الصغيرة ، لكن هذه الوحدات مملوءة بسائل مركب . مع ذلك لا يزال اسم الخلايا ينطبق عليها ، وإن يكن المصطلح الآن ، إن شئنا الدقة ، اسما على غير مسمى .

أُخضعت خلايا الأنسجة الحية للمراقبة من وقت لآخر ، ولكن فى سنة ١٨٣٨ فقط قرر عالم النبات الألمانى "متياس يعقوب **شلايدن**" (١٨٠٤-١٨٨١) أن كل النباتات تتألف ، كقاعدة عامة ، من خلايا .

وخلايا النبات منفصلة عن بعضها البعض بجدران خلوية تحتوى على سيليلوز ، وهى مادة داعمة تتميز بها كل النباتات ، لكنها غير موجودة فى الحيوانات . وللحيوانات خلايا أيضاً ، لكن هذه الخلايا منفصلة عن بعضها البعض بخلايا غشائية رفيعة . وفى ١٨٣٩ أكد عالم الفسيولوچيا الألمانى تيودور **شڤان** (١٨١٠-١٨٨٢) أن كل الحيوانات مكونة من خلايا .

وقد أرسى شلايدن وشڤان معا نظرية تكوين الكائنات الحية من خلايا .

وجميع الحيوانات التى ذكرتها إلى الآن متعددة الخلايا ، ومعنى هذا أنها تتألف كلها من عدد من الخلايا . وغالبًا ما يكون هذا العدد كبير جداً . فالحوت الكبير قد يتكون من مائة كوادريليون (١٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠) خلية ، والإنسان من خمسين تريليون (٥٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠) خلية . ومع ذلك فحتى أدق حشرة ، وإن تكن مكونة من بضعة آلاف من الخلايا ، تعتبر أيضا حيوانا متعدد الخلايا . والنباتات التى نراها تنمو على اليابسة تعتبر هى الأخرى متعددة الخلايا .

ومن السهل تمييز الخلايا النباتية عن الخلايا الحيوانية . فالخلايا النباتية لها جدران خلوية ، والخلايا الحيوانية لها أغشية خلوية . وبالإضافة إلى ذلك ، تحتوي خلايا نباتية كثيرة على يخضور (كلوروفيل) فى هياكل صغيرة تسمى كلورو پلاست (من كلمات يونانية تعنى : " أشكال خضراء ") ، فى حين أن الخلايا الحيوانية لا تحتوى أبدا على كلوروفيل .

ومع ذلك ، فالخلايا النباتية فيما بينها ، والخلايا الحيوانية فيما بينها ، متشابهة بشكل عجيب . ومن المسلم به أن خلايا العضلات ، فى كائن حى واحد كالإنسان ، مختلفة تمامًا فى مظهرها عن خلايا الأعصاب ، وأن هذه وتلك مختلفة عن خلايا الكبد . بيد أ خلايا الأعصاب لدى نوع من الحيوان مماثلة تماماً لخلايا الأعصاب لدى نوع آخر من الحيوان ، ويصدق الشىء نفسه على أشكال خاصة أخرى من الخلايا . وحتى عندما تكون الكائنات الحية مختلفة تماما فى المظهر وتنتمى إلى شعب مختلفة ، فإن خلاياها تكون متشابهة فى الحجم والمظهر والبنية ؛ وأوثق شبها بكثير ، بالتأكيد ، من تشابه الكائنات الحية فيما بينها .

وتشابه الخلايا فى كل الشعب دليل قوى ، فى حد ذاته ، على أن للشعب سلسلة نسب مشتركة . ولو جاءت الشعب إلى حيز الوجود مستقلة من خلال عمليات تطور مختلفة متميزة ، لساغ لنا أن نتوقع ألا تكون الشعب مكونة من خلايا بل أن يكون لها تشكيل مختلف ؛ أو إن كانت هناك شعبتان مكونتان كلتاهما من خلايا ، لكانت لهما خلايا مختلفة اختلافاً جذرياً من حيث الحجم أو المظهر . بيد أن الأمر ليس كذلك ، بل إننا إذا نظرنا إلى التركيب الكيميائى لكل الخلايا (وهو ما سيتاح لنا أن نفعل فى موضع لاحق من الكتاب) لرأينا أن أوجه الشبه فيما بينها أشد وثوقًا .

ومن ثم بات من المعقول أن نفترض أن **كل** أشكال الكائنات الحية ، مهما اختلفت كليا فى الحجم والمظهر والبنية والوظيفة ، تنحدر من سلسلة نسب مشتركة . وليس بمقدورنا أن ندرس الصخور بقدر كُبر من السهولة بحثا عن الآثار الموضحة لتفاصيث ذلك الانحدار (وإن كان الأمر غير ميئوس منه ^ماماً ، كما سنرى) ، لكننا نستطيع – على الأقف – دراسة الكائنات الحية الموجودة حالياً بحثًا عن خيوط تهدينا إلى طبيعة الانحدار من الأصل المشترك .

فعلى سبيل المثال ، تستطيع جميع الكائنات الحية المتعددة الخلايا بدء حياتها كخلية وحيدة . وهناك استثناءات ظاهرية ، بطبيعة الحال . فالبنية قد تبدأ من عسلوج ، وهو متعدد الخلايا فعلاً . وبإمكان جزء من نجم البحر – وهو فعلا متعدد الخلايا – أن يؤدى إلى نشوء نجم بحر كامل. وهذا النوع من التكاثر يسمى الاستنساخ

فى ١٨٦١ أثبت عالم الفسيولوچيا السويسرى "رودولف ألبرت فون **كوليكر**" (١٨١٧–١٩٠٥) بوضوح ، أن بيض الثدييات وسائلها المنوى له ذات البنى التى تتميز بها الخلايا المفردة ، لذلك نتحدث عن **خلية بيضة** أو **خلية منىّ** . واتحاد خلية بيضة وخلية منىّ يشكل **بويضة مخصبة** ، وهذه أيضًا لها بنية خلية مفردة . ومن البويضة المخصبة ينشأ كائن صغير مثل الزَبابة وضخم مثل الحوت .

ومضى عالم التشريح الألمانى "كارل **جيجنباور**" (١٨٢٦–١٩٠٣) ، وهو من تلاميذ كوليكر ، يثبت أن كل البيض والمنى ، حتى البيض العملاق الذى تبيضه الزواحف والطيور ، عبارة عن خلايا أحادية . فبيضة أحد الطيور أو الزواحف تحتوى ع'ى حُتر بالغ الصغر من الحياة هو البويضة الملقحة ذاتها ، وكل الباقى زاد من الغذاء للجنين الذى فى طور النشوء .

وعادة ما تكون البويضات المخصبة للحيوانات المختلفة شديدة التماثل فى المظهر . فيكاد يكون من المستحيل تمييز البويضة المخصبة لزرافة عن البويضة المخصبة لكائن بشرى بالمظهر العادى وحده من خلال المجهر . وهناك فارق بينهما طبعًا لأن

الواحدة تنتج زرافة والأخرى تنتج كائنًا بشريًا ، دون إمكانية حدوث خطأ ، لكن الفرق يكمن على مستوى الجزىء وهو أصغر كثيرًا من أن يُرَى بالمجهر .

وتتمتع الخلايا بالقدرة على الانقسام إلى نصفين نتيجة لعمليات مركبة تشمل بِنى الخلايا من الداخل (ولا حاجة بنا إلى الدخول فى تفاصيلها الآن) . وهذه العمليات واحدة فى الجوهر فى كل الخلايا ، وهذا دليل قوى آخر على انحدار كل الكائنات الحية من جد أعلى مشترك .

تنقسم البويضة المخصّبة إلى خليتين ، تنقسمان إلى أربع ، تنقسم إلى ثمان ، وهلم جرًا ، وفى أثناء العملية تتخصص الخلايا كلٌ بمفردها ، وبالتدريج ، وتصبح أسلافًا لأنسجة وأعضاء معينة فى الحيوان الذى يتكون فى نهاية المطاف . وتفاصيل هذا التطور يمكن أن تعطى فكرة عن علاقات القرابة .

ومثال ذلك أن بعض الحيوانات تتخذ فى مجرى تطورها شكلاً شبابيًا مختلفًا ، وأحيانا مختلفًا جدًا ، عن شكل الحيوان البالغ . وأشهر حالة هى حالة اليُسروع ، فبعد أن يأكل وينمو يكوّن شرنقة يعاد فى داخلها تنظيم جسمه بحيث يولد من جديد فى صورة فراشة . وعندما يكون شكل الحيوان فى شبابه مختلفًا إلى هذا الحد عن شكله وهو بالغ ، فإنه يسمى "**يرقة**" (ومقابلها بالإنجليزية كلمة لاتينية ، أحد معانيها «القناع» ؛ لأن الشكل اليرقى يحجب فعلاً شكل الحيوان البالغ الذى تتحول إليه اليرقة فى النهاية) .

ولا وجود للأشكال اليرقية لدى الفقاريات البرية ، لكنٌ "أبو ذنيبة" شكل معروف للضفدع أو العلجوم .

وبعض الكائنات الحية التى تكون ساكنة وهى بالغ ، أى ثابتة فى مكانها (كالمحارات ، مثلاً) ، لها أشكال يرقية تسبح طليقة وتختار أماكن (بقدر ما يسوغ لنا أن نتحدث عن «الاختيار» فيما يتعلق بكائن لا ذهن له ، مثل : يرقة محارة) تستطيع أن تستقر فيها إلى أن تصل إلى طور البلوغ الذى لا حركة فيه .

وبوجه عام ، تكون الكائنات الحية فى أشكالها البالغة أكثر تخصصًا منها فى أشكالها اليرقية ، ولذلك فإن الأشكال اليرقية هى القادرة على البوح ببعض الإشارات عن أسلاف كائن عضوى معين . هكذا يمكننا أن نستشف عقلاً من يرقات المحارات أن المحارات تنحدر من أسلاف تجيد السباحة طليقة .

ويتسم نجم البحر **بالتماثل الشُعَّى** Radial Symmetry . والمقصود بذلك أنه تتفرع عن مركز الكائن الحى أجزاء متكررة تشعّ فى كل اتجاه . وفى حالة نجم البحر العادى توجد خمسة أذرع أو فروع شُعَيّة متساوية البعد عن بعضها ، ومتوجهة إلى الخارج (ولبعض أنواع منها أكثر من خمسة فروع) . ونجم البحر قنفذى الجلد (المقابل الإنجليزى من كلمة يونانية ، تعنى : «شائك الجلد») . وتوجد قنفذيات جلد تسمى قنافذ البحر ، ليس بها التماثل الشعُى الظاهر فى نجم البحر ، لكنه يتضح فيها لدى الفحص الدقيق .

والتماثل الشعُى خاصية بدائية إلى حد ما . فكل الشعب عدا أبسطها يتماثل فيها الجانبان ، أى أنه يمكن فيها تصور انقسام الجسم طوليًا إلى قسمين ، ويكون القسم الأيسر الصورة المطابقة للقسم الأيمن . ونحن (وكل الفقاريات) نوو جانبين من هذه الزاوية ، بحيث يوجد لكل عضو فى أحد الجانبين عضو قرين على الجانب الآخر . فلدينا عينان ، وكتفان ، وصدران ، ومنخران ، ورئتان ، وهلم جرا . وكل عضو لدينا منه واحد ، يقع بقدر أو آخر بمحاذاة الخط المركزى للجسم : أنف واحد ، قلب واحد ، سرة واحدة ، حنجرة واحدة ، وهلم جراً .

ولكن هل نجوم البحر بدائية جداً حقًا بسبب تماثلها الشُعّى ؟ لا . لأن التماثل الشُعّى تخصص نشأ فى مرحلة متأخرة من تطورها . ونحن نعرف ذلك لأن يرقات قنفذيات الجلد متماثلة الجانبين مثلنا . وقد نشأت قنفذيات الجلد من سلف مزدوج الجانب .

فهل بإمكاننا أن نستخلص الكثير من يرقات الحبليات ؟ قد نظن أننا لا نستطيع ، إذ إن اليرقات ليست شائعة فى شعبتنا . وحتى "أبو ذنيبة" جاء متأخراً ، ولا يفيدنا إلا بأن البرمائيات منحدرة من السمك .

غير أن الحبليات البسيطة – أى غير الفقارية – تتخذ أشكالا يرقية قد تكون ذات دلالة . فالزقّيات ، مثلاً ، لا تتحرك مثل المحارات ، وكانت تعتبر فى أول الأمر من الرخويات عندما اكتشفت ، قبل أن ندرك دلالة ما بها من شقوق خيشومية . بيد أن يرقات الزِقّيات تسبح طليقة وهى أقرب شبهًا إلى الأمفيوكس .

(من الطرائق التى يمكن أن يحدث بها التطور ، ظاهرة تسمى : **الطفولة الممتدة** – [مقابلها بالإنجليزية مشتق من كلمة يونانية بهذا المعنى] – تصبح فيها المرحلة اليرقية أكثر فأكثر أهمية . فربما طورّت بعض الزِقّيات الباكرة أشكالاً يرقية لم تتحول أبدًا إلى كائنات بالغة ، لكن ظهرت لها أعضاء تناسلية ، بحيث نشأت منها كائنات شبيهة بالأمفيوكس . ومنها نشأت الفقاريات ، ومع ذلك فهذا مجرد تخمين .)

وأكثر أشكال اليرقات إثارة للاهتمام هى يرقة البلانوجلوس الذى يحتمل جداً أن يكون الأكثر بدائية من بين جميع الحبليات التى تعيش اليوم . ويرقة البلانوجلوس تشبه يرقات قنفذيات الجلد إلى درجة أنها صنفت مع قنفذيات الجلد قبل التعرف على شكل البلانوجلوس المكتمل النضج .

وتشابه الأشكال اليرقية لكل من البلانوجلوس والقنفذيات الجلد يوحى بإمكانية تطور شكل سلفى ما فى اتجاهين . ففى أحدهما نما تدريجيًا أكثر فأكثر صوب الشكل القنفذى الجلد . وفى الآخر تحول أكثر فأكثر إلى الشكل الحبلى ، وفى النهاية نمت له عظام .

غير أن النجوم البحرية والبشر مختلفون عن بعضهم إلى درجة أنه يبدو من الصعب إلى حد ما أن نفترض وجود سلف مشترك للفريقين . ذلك أكثر مما يمكن قبوله على أساس أشكال يرقية تشمل البلانوجلوس ، الذى يبدو فى أحسن الفروض أنه ليس أكثر من نصف حبلية . (الواقع أن الشُعيبة التى تشمل البلانوجلوس تسمى بهذا الاسم : نصف حبليات) .

فهل من مزيد ؟ لنحاول البحث عن مركب كيميائى ما يميز الحبليات عن الشُعب الأخرى .

هناك مثلا مركب مهم فى عضلاتنا وثيق الارتباط بآلة انقباض العضلات وارتخائها . إنه يسمى **فوسفات الكرياتين ف ك** – Creatine Phosphate C P ، ويمكن اختصاره فى الحرفين **ف ك** . إن **ف ك** موجود فى عضلات جميع الفقاريات بدون استثناء ، لكن العضلات فى كائنات الشعب الأخرى لا تحتوى على **ف ك** ، ولديها بدلا منه مركب مشابه بعض الشيء يسمى فوسفات الأرچينين arginine Phosphate أو : **ف أ** - AP .

فما خَطْب الحبليات التي ليست فقاريات ؟ إن الأمفيوكس به **ف ك** ، والزقيات بها ف أ ، والبالانوجلوس به **ف ك** و **ف أ** .

وما شأن قنقذية الجلد ؟ إن معظمها به **ف أ** فقط ، لكن القنافذ البحرية بها **ف ك** و **ف أ** ، والنجوم الهشة (التى تشبه النجوم البحرية فيما عدا أن أذرعتها أطول وأكثر مرونة وتبرز من جسم صغير كروى) تحتوى على **ف ك** .

قد يبدو إذن أنه فى مكان ما على طول خط التطور ، بدأ الجدّ المشترك لقنفذيات الجلد والحبليات ، بعد أن أخذ ينشىء أنواعا متباينة بقدر طفيف ، ينمّى استخدام فوسفات الكرياتين . واستمر هذا الاستخدام فى عدد قليل من أنوا ع قنفذيات الجلد أثناء تطورها وفى كل الحبليات الأرقى مستوى فى الزِقّيّات .

ومن ثم ، فإن قنفذيات الجلد والحبليات تشكل معًا الشعبة العليا لقنفذيات الجلد . والشعبة العليا (قسم يحتوى على أكثر من شعبة) تشتق اسمها من قنفذيات الجلد ؛ لأن شعبة قنفذيات الجلد هى أكثر الشعبتين بدائية ، ويحتمل جدًا أن السلف المشترك كان أشبه بقنفذيات الجلد منه بالحبليات .

وقنفذيات الجلد والحبليات تختلف عن بعضها البعض فى أن الحبليات مقسمة إلى شدف دون قنفذيات الجلد . ونقصد بالكائن المقسم إلى شدف أنه يتكون من عدد من الأجزاء المتصلة ببعضها والمتماثلة ، وكل جزء منها متعدد الخلايا . وهذه الأجزاء تسمى شدفًا وبعض الأعضاء متكررة فى كل منها .

وفى الحبليات مثلنا لا يرى التشدّف (التقسيم إلى شدف) لأول وهلة ، ولكن إذا نظرنا إلى هيكل عظمى بشرى ، فإنه يتضح أن العمود الفقرى والضلوع أمثلة واضحة للتشدف . وترتيب العضلات والأعصاب يبين أيضًا التشدّف ، كما تبينه الأعضاء الأخرى ، فى مجرى تكوين الجنين إن لم يكن فى الشخص البالغ .

وهناك شعبتان أخريان مُشَدَّفَتان (مقسمتان إلى شُدَف) ، وهما : شعبة الحلقيات ، وشعبة المفصليات . ولا تظهر على أيهما أى علاقة وثيقة بالحبليات من أى وجهة أخرى . ولذلك من المألوف أن يفترض أن حيلة التشدّف تطورت مرتين على الأقل مرة لدى الحبليات ومرة لدى سلفٍ ما مشترك للحلقيات والمفصليات ، إن كانت بينهما صلة .

ويرى البيولوچيون أن الحلقيات والمفصليات متصلة فعلا ببعضها نظرًا لوجود عدد من أوجه الشبه الأساسية ، ولأن هناك عددًا من أنواع الحيوانات تسمى پيرپياتس Peripatus ، ولها خصائص الحلقيات والمفصليات فى آن معًا . ويبدو أن الپيرپياتس ينحدر من سلف مشترك للحلقيات والمفصليات ، وأنه احتفظ بالكثير من السمات البدائية لذلك السلف ، بالضبط كما يحتمل أن البلانوجلوس ينحدر من جد مشترك لقنفذيات الجلد والحبليات .

وبناء على ذلك تشمل الحلقيات والمفصليات الشعبة العليا للحلقيات . واسمها منسوب إلى الحلقيات لأن هذه الأخيرة هى أكثر الشعبتين بدائية ، ولأن الجد المشترك أقرب فى خصائصه إلى الحلقيات منه إلى المفصليات .

ومع نمو البويضة المخصَّبة وتطورها إلى حيوانات متعددة الخلايا ، فإنها تكوّن فى النهاية كرة من الخلايا فى وسطها فضاء . ثم ينهار جزء من الكرة ويشكل شيئًا على هيئة كأس ، به طبقتان من الخلايا ، تواجه إحداهما العالم الخارجى والأخرى تواجه الجزء الداخلى من الكأس . والطبقة التى على الجانب الخارجى تسمى إكتودرِم ectoderm (كلمة يونانية ، تعنى : "الجلد الخارجى") والطبقة المواجهة للداخل تسمى إندودِرم endoderm (" الجلد الداخلى ") .

ويطلق على الإكتودرم والإندودرم "طبقات الحُييّات" germ layers ، من معنى قديم لكلمة germ ، وهو أنها قُطَيْعَة صغيرة من الحياة . ومع مواصلة الكائنات الحية نموها وتمايزها ، تتشكل أعضاء مثل الجلد والجهاز العصبى وأعضاء الحواس انطلاقًا من الإكتودرم . ومن الإندودرم تنمو أعضاء مثل المعدة والأمعاء والرئتين وغدد الهضم .

وفى كل الشعب عدا أبسطها تنمو طبقة حُييّات ثالثة بين الإكتودرم والإندودرم ، وهى الميزودرم mesoderm أى الجلد الأوسط ، ومنه تنشأ العضلات والنسيج الضامّ والكلى . هذا كل ما فى الأمر ، فلم تَنْمُ أبدًا طبقة حُيّات رابعة لأى شعبة .

ويتكون الميزودرم بإحدى طريقتين . يمكن أن يتكون من جيوب تنشأ من الإندودرم أو يمكن أن يتكون ابتداء من موضع التقاء الإندودرم والإكتودرم . ولا ينشأ الميزودرم ابتداء من الإندودرم وحده إلا فى قنفذيات الجلد وفى الحبليات (وبعبارة أخرى فى الشعبة العليا من قنفذيات الجلد) . وهذا دليل آخر على وجود علاقة بين قنفذيات الجلد والحبليات .

وفى جميع الشعب الأخرى التى بها ميزودرم ، ينشأ الميزودرم فى ملتقى الإكتودرم والإندودرم . ولهذا السبب ، فإن كل الشعب الأخرى ذات الميزودرم تدخل فى إطار الشعبة العليا المتمثلة فى الحلقيات .

ومن ثم ، يبدو أن كل الشعب ثلاثية الطبقات نشأت من أحد شكلين سلفيين ، طوّر كل منهما على استقلال طريقة مختلفة لتكوين الميزودرم . فنشأت قنفذيات الجلد والحبليات من أحد الشكلين ، ونشأت كل الشعب الأخرى ثلاثية الطبقات من الشكل الآخر . (يبدو لى أن قوة ذكية من خارج الأرض تستعرض الحياة على الأرض سوف تخلص إلى أن الشعبة العليا المتمثلة فى الحلقيات كانت ، بفضل عدد شعبها وأنواعها ، أنجح بكثير من الشكل السلفى الآخر [١] . وبطبيعة الحال نحن ، بحكم مركزنا فى صغرى الشعبتين العليين ، نجد من الصعب الموافقة على ذلك .)

(١) يقصد : الشعبة العليا المسماة قنفذيات الجلد (م) .

ولكن ، من أين نشأ هذان الشكلان السلفيان من الشعب العليا ؟ مازالت توجد حتى اليوم شعبة بدائية تكتفى بطبقتى حييّات ، واحدة إكتودرم وواحدة إندودرم - هى شعبة الهوشيات أو اللاحشويات Coelenterates (التسمية الإنجليزية مشتقة من كلمة يونانية ، معناها : « مصران مجوف ») . وهى فى الأساس مجموعات من الخلايا فى شكل الكأس ، تشبه إلى حد ما الكأس الذى يتكون فى مجرى نمو وتطور الشعب الأكثر تقدمًا - أى الكأس الذى يسبق تكوين الميزودرم .

وفى اللاحشويات فتحة واحدة مفضية إلى الكأس تؤدى وظيفة الفم والشرج فى آن . فالغذاء يؤخذ إلى داخل الكأس (« المصران المجوّف ») من خلال الفتحة الوحيدة . وفى الكأس تُهضم ثم تطرد الفضلات من خلال الفتحة ذاتها .

وأشهر اللاحشويات اليوم هى حيوانات مثل قنديل البحر ، والمرجان ، وشقائق النعمان ، والراجح أنها منحدرة من لاحشويات بدائية جدًا كانت فى الماضى أشد الحيوانات الموجودة تعقّدًا . غير أن بعض الكائنات المنحدرة منها باكرًا تفرعت ونما لها ميزودرم بأحد طريقين مختلفين ، وأفضت هكذا إلى نشوء الشعبتين العليين اللتين تفوقان كثيرًا فى الأهمية الكائنات القليلة التى استمرت متشبثة بطريقة حياة اللاحشويات .

بل إن الأكثر بدائية من اللاحشويات هى الثقبيات Porifera (التسمية بالإفرنجية مشتقة من كلمة يونانية ، تعنى : « ذوو المسامّ ») أو الإسفنج ، وهى بالكدّ متعددة الخلايا . والإسفنج عبارة عن بنية لاطئة مليئة بالمسامّ . ومن خلال المسامّ يُمتص الماء ومنها تُهْضَم قطعَ دقيقة من المواد الحية الصالحة للأكل وتطرد البقايا من خلال بعض الثقوب الأكبر حجمًا .

وبرغم احتواء الإسفنج على عدة أنواع متخصصة من الخلايا ، لم يذهب التخصص إلى مدى بعيد . ففى الحيوانات متعددة الخلايا حقًا ، تكون كل خلية قائمة بذاتها متخصصة إلى درجة أنها تعتمد على الخلايا المجاورة لها فى أداء وظائف أخرى

ضرورية أيضا لها ، والنتيجة هى أن الخلايا الفردية فى كائن حى متعدد الخلايا لا تستطيع أن تعيش وتنمو بمفردها ، بل تموت إذا ما فصلت عن الكائن الحى . ومن الناحية الأخرى ، تستطيع كل خلية فردية فى الإسفنج أن تتكاثر بنفسها ، وأن تودى إلى نشوء إسفنج جديد .

وهناك حالات أخرى من الاتحاد المحدود من هذا القبيل ، لا تصل إلى تعدد الخلايا الحقيقى . والحشائش البحرية المختلفة أمثلة للاتحاد المحدود لخلايا النبات .

والسؤال الآن ، هو : إذا كانت شعب الكمبرى قد بدأت من أسلاف للشعبتين العليين ، وإذا كان هؤلاء الأسلاف منحدرين من لاحشويات بدائية ، وهى أقدم كائنات حية متعددة الخلايا **حقيقة** ، فمتى كانت هذه البداية لظاهرة تعدد الخلايا ؟

لقد اكتشفت فعلاً بعض آثار سابقة على الكمبرى لكائنات حية متعددة الخلايا . ففى ١٩٣٠ وجد عالم الإحاثة الألمانى "جورج يوليوس إرنست **جوريش** (١٨٥٩-١٩٣٨) آثارًا - لا نزاع فيها - لكائنات حية متعددة الخلايا فى صخور تسبق عصر الكمبرى بقليل . وفى ١٩٤٧ وجد الإحاثى الاسترالى "**سبريج**" آثارًا ، لا لحفريات مادية بالتحديد ، بل لـ « بصمات» على صخور من نهاية حقب ما قبل الكمبرى تركتها حيوانات متعددة الخلايا ملساء الجلد ، وقد تبين أنها تشمل الديدان ، وقناديل البحر ، والإسفنج ، وهى أشد الكائنات متعددة الخلايا بدائيةً .

ولا يمكننا الحصول على تفاصيل كافية تمكننا مباشرة من اكتشاف بدايتها . ومع ذلك توصل الإحاثيون إلى استنتاجات معينة فيما يتعلق بمعدل التغيير التطورى . وبناء على تلك الاستنتاجات يخامرهم شعور بأن أول كائنات متعددة الخلايا ظهرت قبل نحو ٨٠٠ مليون سنة . وهذه الكائنات الحية البسيطة المكونة من أجزاء طرية فقط ، استمرت نحو ٢٠٠ مليون سنة (ربع مجموع المدة المنقضية منذ وجود الكائنات متعددة الخلايا) قبل أن تنمو لها أجزاء صلبة وأن يبدأ التحفر الحقيقى .

ومع ذلك لم تنشأ الكائنات متعددة الخلايا من العدم . فلابد أنه كانت هناك ، قبل وجودها ، كائنات أبسط مكونة من خلايا فردية ، من النوع الذى اتحدت مفرداته سوياً آخر الأمر ، فى مجرى التطور ، لتكوين كائنات متعددة الخلايا . وهذه الخلايا تسمى خلايا يوكاريوتية eukaryotic cells لأسباب سأشرحها . والكائن المكون من خلية يوكاريوتية واحدة يسمى يوكاريوت eukaryote .

وبالتالى يجب أن نتحول إلى ذلك الاتجاه لسبر بدايات اليوكاريوت .

- 17 -

اليوكاريوت

أول ما تم التعرف على الخلية ، بدت كجسم مجهرى مملوء بسائل هلامى لم تكن المجاهر فى ذلك الوقت تستطيع أن تتبين فيه بعض التفاصيل القليلة أو أى تفاصيل على الإطلاق .

وفى ١٨٣٩ فى نفس الوقت الذى بدأت تظهر فيه نظرية الخلية ، استخدم عالم الفسيولوچيا التشيكى "يان إفانجليستا **پوركينيا**" (١٧٨٧-١٨٦٩) مصطلح "پروتو پلازما" Protoplasm للدلالة على **حُتر الحياة** فى البيض . والكلمة يونانية ، وتعنى " المتكون أولا" ، إذ إن المادة الجنينية هى أول شكل للحياة يتخذه مخلوق فرد ، وهى شىء ينمو فى النهاية وينقسم ويتنوع ، ليتحول إلى جسم بالغ بأكمله .

وفى ١٨٤٦ استخدم عالم النبات الألمانى "هوجو **فون مول**" (١٨٠٥-١٨٧٢) نفس المصطلح (ربما دون علم بسبق استخدام پوركينيا له) للدلالة على المادة الهلامية الموجودة بداخل أى خلية . وبحلول ١٨٦٠ كان عالم التشريح الألمانى ماكس **شولتز** (١٨٢٥-١٨٧٤) قد أثبت أن للپروتو پلازما خصائص متماثلة فى كل الخلايا ، سواء كانت خلايا كائنات معقدة أو بسيطة جداً ، نباتا أو حيواناً . وساعد هذا على تبيان أن كل أشكال الحياة على الأرض واحدة فى الجوهر ، فعزز حجج القائلين بالتطور .

ومع ذلك لا يسعنا أن نتصور أن "الپروتو پلازما" مادة هلامية متجانسة ، **كلها** واحدة فى كل الخلايا ، إذ فى هذه الحالة ما الذى يجعل كل كائن حى يلد صغاراً من نوعه هو ؟ لابد أن هناك فى الپروتو پلازما شيئا يميز بصورة لا تخطىء كل نوع عن سواه .

وواقع الأمر أن وجود بنية واحدة داخل الخلية أمر تم اكتشافه حتى قبل اختراع كلمة "پروتو پلازما" . ففى ١٨٣١ كان عالم النبات الاسكتلندى "روبرت **براون**" يدرس

الخلايا فـى أوراق زهـرة الأوركيد ، واكتشف أن كـل واحـدة منهـا تحتـوى ، على ما يبدو ، على كُريّة صغيـرة مستقـرة بقـدر أو آخر فى وسط الخلية ، وتبدو أكثر قتامة وأقل شفافية من بقية الخلية .

كان آخرون قد لحظوا هذه الأمور ، لكن "براون" كان أول من قرر أن ذلك خاصية مشتركة فى الخلايا وأعطاها اسماً . سماها **النواة** ومقابلها الإنجليزى مشتق من كلمة لاتينية تعنى : " بذرة صغيرة " . فشاع الاسم ولكن بعد نحو ثلاثة أرباع قرن اكتُشف (كما أوضحت من قبل) أن للذرة أيضاً بذرة صغيرة وكانت تسمى أيضا **نواة** . ونادراً ما يتناولهما الحديث فى وقت واحد ، ولكن إن حدث فيمكن التفرقة بينهما بعبارتى **نواة الخلية** و**نواة الذرة** . وقد اكتشف براون نواة الخلية .

والكلمة اليونانية المقابلة لبذرة (أو عجام) حبة الجوز هى كاريون Karyon . لهذا فإن الخلايا ذات النوى (وسنرى فيما بعد أن هناك بعض خلايا مهمة ليس لها نوى) تسمى خلايا يوكاريوتية أو **اليوكاريوت** (كلمة يونانية تعنى : « نوى حقيقية ») .

وكل خـلايا جـسم الإنسـان - بل كل خـلايا جـمـيع الكائنات الحـيـة - خـلايا يوكاريوتية . وهناك استثناءات فى الظاهر ، مثل كريات الدم الحمراء وصفائح الدم فى الكائنات البشرية والحيوانات الأخرى . فهى تفتقر إلى نوى ، لكنها ليست خلايا فى حقيقة الأمر - ليس لأنها ليس لها نوى ، بل لأنها ليس بها المواد الكيميائية الأساسية التى تحتوى عليها النوى . وسنعود إلى هذا فيما بعد .

كان مـن المستحيـل رؤيـة كثير من التفاصيل فى الخلية ، فيما عدا النواة المظلمة ذاتها ، إلى أن بدأ الكيميائيون ينتجون أصباغًا تركيبية فى منتصف القرن التاسع عشر . وقد اكتُشف أن بعض الأصباغ تعلق ببنى معينة داخل الخلية ، دون غيرها من الأصباغ . لذلك تحولت الخلية إلى شكل ملوّن يجود بمعلومات لم تكن متاحة حتى ذلك الحين .

وفى ١٨٧٩ وجد عالم الأحياء الألمانى "**ڤالترفليمنج**" (١٨٤٣-١٩٠٥) أن بإمكانه أن يلطخ بأصباغ حمراء معينة مادة بعينها فى نواة الخلية منتشرة فيها كالحبيبات الصغيرة ، فأطلق على هذه المادة اسم "كروماتين" (من كلمة يونانية تعنى : «لون») .

وعندما كان يصبغ قطاعًا من نسيج فى طور النمو ، التقط اللونُ الخلايا فى مراحل مختلفة من انقسام الخلية . وكانت الصبغة تقتلها بطبيعة الحال ، لكنها كانت تؤدى مهمة سلسلة من الصور الساكنة فى العملية ، فاستطاع "فليمنج" ترتيبها بشكل سليم وفهم ما حدث .

مع بدء عملية انقسام الخلية ، تتحد الكروماتين فى شكل أشياء تشبه الخيوط سميت فى النهاية الكروموسومات (الصبغيات) (" أجسام ملونة ") . ونظرًا لأنه ظهر أن هذه الكروموسومات الشبيهة بالخيوط سمة واضحة جدًا فى انقسام الخلية ، فإن فليمنج أطلق على العملية اسم **الانقسام الفتيلى** ، من كلمة يونانية معناها خيط أو فتلة .

ومع مضى انقسام الخلية قدمًا ، تضاعف عدد الكروموسومات . ثم انفصلت عن بعضها البعض ، فذهب نصفها إلى أحد طرفى الخلية وذهب النصف الآخر إلى الطرف الآخر . وعندما قرصت الخلية على نفسها من طرفيها ليتقابلا فى منتصفها وتنفصل الخلية إلى خليتين ، أصبح لكل من الخليتين الجديدتين عدد كامل من الكروموسومات .

وفى ١٨٨٧ أثبت عالم الأحياء البلچيكى "ادوارد ڤان بِنِدِن" (١٨٤٦-١٩١٠) أن لكل نوع من الكائنات خلايا لها عدد متميز من الكروموسومات (عددها فى الكائنات البشرية ستة وأربعون) . غير أنه اتضح أن لكل خلية من خلايا السائل المنوى ومن خلايا البيض نصف العدد المعتاد وجوده لدى النوع الواحد من الكائنات ، أى أن لكل خلية نصف مجموعة الصبغيات . وعندما تقوم خلية منوية بتخصيب خلية بيضة ، فإن الخلية المخصبة الناتجة تحتوى على مجموعة كاملة من الصبغيات ، نصف المجموعة من الأصل الذكر ونصف المجموعة من الأصل الأنثى .

وكان واضحا أن الصبغيات ، أو شيئًا فيها ، هو الذى يتحكم فى الواقع فى خصائص البويضة المخصبة . فالبويضة المخصبة الخاصة بخرتيت قد تبدو مماثلة تماما للبويضة المخصبة الخاصة بقطٍ (أو بكائن بشرى) ، لكن فارقًا ما فى الصبغيات

يجعل إحدى البويضتين المخصبتين قادرة على أن تنتج خرتيتًا فحسب والبويضة المخصبة الأخرى قادرة على إنتاج قط فقط .

ولم يكن أحد فى زمن فليمنج وڤان بندن يعلم بالضبط كيف تختلف الصبغيات عن بعضها البعض ، لكنّ هذا موضوع سنعود إليه لاحقًا .

والپروتو پلازما الموجود خارج النواة (أو السيتو پلازم ، من عبارة يونانية ، تعنى : "شكل الخلية") ليس أيضًا مجرد قطرة من مادة هلامية . فهو بدوره يحتوى على بنيات صغيرة . هناك مثلا **الميتوكوندريا** (الحبيبات الفتيلية) التى كان أول من اكتشفها عالم الأحياء الألمانى "ك. **بِندا**" فى ١٨٩٨ . والخلية العادية يمكن أن تحتوى على بضع مئات بل على بضعة آلاف من هـذه البنيات . والاسم يعنى باليونانية : «خيوط غضروفية» ، لكن هذا مجرد ما كانت تبدو مشابهة له فى نظر المكتشف . ونعلم الآن أنها بنيات تتولى مزج المواد الغذائية بالأكسچين فتنتج طاقة يستخدمها الجسم .

ويوجد أيضًا فى السيتو پلازم عدد عديد من الريبوصوم كان أول من درسها بما فيه الكفاية عالم الفسيولوچيا الرومانى الأمريكى "چورچ إميل **پالاد**" (المولود سنة ١٩١٢) وذلك فى ١٩٥٦ . وتلك أجسام دقيقة تتحكم فى تركيب جزيئات البروتين (وسنقول عنها المزيد فيما بعد) . وتوجد أيضًا بنيات خلوية أخرى ، داخل وخارج النواة ، لم تتحدد بعد لجميعها وظائفها بصفة نهائية .

والخلاصة التى يمكن أن نصل إليها هى أن الخلية ، وإن تكن دقيقة جدًا بحيث لا يمكن عادة رؤيتها بالعين المجردة ، هى مع ذلك بنية بالغة التعقيد . ومتى أدركنا هذا ، فلا عجب أن تكون قطرة من الحياة ، معادلة لبويضة مخصبة أو لبذرة ، قادرة على أن تنمو حتى تصبح حيوانًا أو نباتًا متعدد الخلايا مكتمل الحجم شديد التعقيد .

ألا يمكن إذن لخلية واحدة أن تكون معقدة بما يكفى لان تعيش مستقلة ، وليس كمجرد جزء من كائن حى متعدد الخلايا ؟

إن أصغر حُتَر من الحياة (أو الحياة الكامنة) كانت معروفة فى الزمن السابق على اختراع المجهر هى بذور نباتات معينة . ومثال ذلك أنه عندما تبين تلاميذ (حواريو)

المسيح أنه ليس باستطاعتهم طرد الشياطين من جسم رجل مجنون ، شرح لهم يسوع (المسيح) أن مرجع ذلك عدم إيمانهم . وقال لهم إنهم لو كان عندهم ولو ذرة من الإيمان لاستطاعوا أن يفعلوا أى شيء ، حتى تحريك الجبال . وللتعبير عن ضآلة المقدار اللازم من الإيمان ، قال يسوع : " لو كان لكم إيمان مثل حبة خردل ... " (إنجيل متى ، الأصحاح ١٧ ، الآية ٢٠) . ويوضح فى موضع آخر عن قوة هذا المقدار فيقول : " ... حبة خردل .... وهى أصغر جميع البذور " (متّى ١٣ : ٣١-٣٢) .

(والواقع أن « أصغر جميع البذور » ليست حبة الخردل ، بل بذور أنواع معينة من الأوركيد ، تزن نحو ميكروجرام - نحو ١/٣٠,٠٠٠,٠٠٠ من الأوقية - ويمكن بالكد رؤيتها كبُقع دقيقة فى ضوء ساطع .)

والأكثر إثارة للدهشة ، هو ما اكتشفه المجهرى الهولندى "أنطون ڤان **لوڤنهوك**" (١٦٣٢-١٧٢٣) . ذلك أنه ابتداء من ١٦٧٤ أنفق ما يقرب من نصف قرن ينحت عدسات دقيقة ، لكنها بلغت حد الكمال (بلغ مجموعها ٤١٩) ؛ فاستعان بها لدراسة كل شيء من كِسَر الأسنان إلى الحشرات .

وفى ١٦٧٦ ركز مجهراً على نقطة ماء من مستنقع ، فوجدها تموج بكائنات دقيقة لا جدال فى أنها حيّة . لم تكن أكبر من أدق بذرة ، لكن لم تكن فقط راقدة فى مكانها ، فى حالة حياة **كامنة** ليس إلا ، كما هو شأن البذور . إن الأشياء المجهرية التى رآها "ڤان لوڤنهوك" كانت تسبح بنشاط ، وكان ثمة دليل واضح على وجود تنظيم داخلى ينتظمها . كانت تحتضن جسيمات من المادة الحية أصغر منها وتلفظ نفايات . فأسماها لوڤنهوك " حييوانات " (حيوانات صغيرة) .

ونحن نسميها **أحياء دقيقة** ، وهو مصطلح يشير إلى كل أشكال الكائنات الحية الصغيرة إلى درجة لا يمكن معها دراستها بشكل ملائم إلا بواسطة مجهر . (فى ضوء قوى يمكن رؤية الأشكال الأكبر حجما ، مثل أصغر البذور ، بالعين المجردة فتبدو كبقع دقيقة .)

وتتنقّل بعض الأحـــياء الدقيـقة بسـهولة بواسطة أعضاء حركة شبيهة بالسياط Flagellae (المصطلح الأجنبى المقابل مشتق من كلمة لاتينية ، تعنى : " سياط ") أو بواسطة أهداب Cilia (كلمة لاتينية ، تعنى : "رموش") شبيهة بالشعر ، أو بمجرد النزّ . وعادة ما تفتقر هذه الأحياء الدقيقة إلى كلوروفيل وتبتلع غذاهــا ، وهى حيوانات دقيقة ويطلق عليها ، كمجموعة ، اسم **الأوّليّات** (أو البرزويات) protozoa ، من كلمتين لاتينيتين ، معناهما " الحيوانات الأولى " .

وهناك أحياء دقيقة أخرى ساكنة نسبيا ، ولها فى خلاياها جُبيلات يخضورية خضراء تحتوى على يخضور (كلوروفيل) . إنها نباتات دقيقة تسمى **طحالب** .

وبعد أن وضع "شلايدن" و "أشفان" **نظرية الخلية** ، بدا أن مثل هذه الأحياء الدقيقة ، خلافا للكائنات الحية الأكبر حجما التى درسها هذان العالمان ، لا تتألف من خلايا أصغر منها حجمًا . وفى ١٨٤٥ أوضح عالم الحيوان الألمانى "كارل ثيودور إرنست فون **زيبولد**" (١٨٠٤-١٨٨٥) أن مثل هذه الكائنات الحية كائنات وحيدة الخلية . إنها تتألف من خلايا وحيدة أكبر إلى حد ما وأكثر تعقيداً من الخلايا التى تتألف منها أجزاء الكائنات متعددة الخلايا ، لكنها خلايا وحيدة على أى حال .

وهذه الكائنات الوحيدة الخلية أكثر بدائية بوضوح من أى كائنات متعددة الخلايا . ومن السهل أن نفترض أنه فى الأصل ، قبل نشوء أية كائنات متعددة الخلايا ، لم يكن يوجد على الأرض **سوى** كائنات وحيدة الخلية .

ومهما يبدُ هذا معقولاً ، فإنه يظل كلاماً نظرياً طالما أننا لا نملك دليلاً مبنياً على المشاهدة، وهذا أمر يصعب التوصل إليه . وإذا كنا لا نجد سوى آثار ضعيفة لمخلوقات طرية باكرة ، فكم تكون أشد منها خفوتا آثار الأحياء الدقيقة ؟

ومع ذلك توصل عالم الإحاثة الأمريكى "إلسو ستيرنبرج **بارجورن**" (المولود سنة ١٩١٥) فى ١٩٥٤ ما بعدها إلى اكتشافات أساسية بشأن تلك الآثار . ففى أول الأمر تعامل مع صخور قديمة جداً فى جنوب أونتاريو (وهو جانب من أقدم أجزاء

أمريكا الشمالية) . وكشط شرائح رفيعة من تلك الصخور ودرسها تحت المجهر . فوجد فيها بنى دائرية يقترب حجمها من حجم الحيوانات وحيدة الخلية ، وزيادة على ذلك . كانت هناك علامات تشير إلى بنى أصغر داخل هذه الأشياء ، تشبه نوع البنى الموجودة داخل الخلايا – شاملة نوى وميتوكوندريا وهلم جراً .

وقد شوهد ودُرس للآن عدد غفير من هذه الأشياء ، بحيث لم يعد ثمة شك معقول فى أنها بقايا أحفورية ليوكاريوت باكرة جدا . ويبدو أن أقدم هذه اليوكاريوت كانت نوعا من الطحالب أطلق عليه اسم**أكريتارك** acritarchs ، ويبدو أن عمرها يرجع إلى ١٤٠٠ مليون سنة ماضية .

وقد يبدو أنه بعد ظهور اليوكاريوت إلى حيز الوجود ، فإنها ظلت أكثر أشكال المادة الحية تعقيداً على الأرض لمدة ٦٠٠ مليون سنة قبل نمو أول وأبسط كائنات متعددة الخلايا .

ومع ذلك ، فإن اليوكاريوت ، سواء بمفردها ككائنات وحيدة الخلية ، أو بالاتحاد فيما بينها فى صورة كائنات متعددة الخلايا ، إنما وجدت فقط فى الثلث الأخير من عمر الأرض . أما فى الثلثين الأولين فلم يكن هناك يوكاريوت .

هل يحتمل أنه وجد شكلٌ آخر من المادة الحية فى ذلك الوقت ، شىء أبسط من اليوكاريوت ؟ ذلك أنه ، برغم كل ما سبق ، تعتبر اليوكاريوت ، حتى أصغرها وأبسطها ذات بنية جد معقدة . ومن المستبعد أن تكون قد نشأت تلقائيا من مادة عادية غير حية .

وقد ثبت بعد ذلك أن ثمة خلايا أصغر وأبسط من اليوكاريوت ويطلق عليها الخلايا البروكاريوتية أو بروكاريوت ، ويحتمل أن منها نشأت اليوكاريوت . فلننظر إذن فى بدايات البروكاريوت .

- 18 -

الـپـروكـاريـوت

فى سنة ١٦٨٣ لاحظ "لوڤنهوك" ، وهو أول من شاهد الأحياء الدقيقة بمجهر ، وجود أشياء معينة على أقصى حدود ما تستطيع عدساته التقاطها فأبلغ عنها بأمانة ، كما أبلغ عن كل شىء آخر رآه .

لم يكن هناك ما يمكن عمله بشأن هذه الأجسام الصغيرة جداً ، إلى أن طرأ تحسين كبير على المجاهر . وبعد ذلك بقرن تمكن عالم الأحياء الدنماركى "أوتو فريدريش **موللر**" (١٧٣٠-١٧٨٤) من أن يقوم - مستعيناً بالمجاهر الأفضل الموجودة فى أيامه - بدراسة مثل هذه الأجسام الصغيرة بالتفصيل الكافى حتى تسنى له اكتشاف أنواع مختلفة منها .

وقد ازداد الاهتمام بشدة بتلك الأجسام الدقيقة بعد أن استطاع الكيميائى الفرنسى "**لُوِى پاستور**" (١٨٢٢-١٨٩٥) أن يبرهن فى السنوات ١٨٦٠ على أن ثمة أحياء دقيقة هى المسببة للأمراض المعدية . وفى ١٨٧٢ نشر عالم النبات الألمانى "فرديناند يوليوس **كون**" (١٨٢٨-١٨٩٨) مؤلفًا من ثلاثة مجلدات عن تلك المخلوقات . وكان أول من أسماها **بكتريا** (من كلمة لاتينية ، تعنى « عود صغير » ، وهى بالأحرى وصف لشكل بعض منها ، برغم أن كائنات أخرى تشبه الكرات الصغيرة ، وكائنات غيرها تشبه ديدانًا دقيقة تتلوى) .

والبكتريا مختلفة تمامًا عن اليوكاريوت ، أو عن الخلايا اليوكاريوتية للكائنات متعددة الخلايا .

فمن الناحية الأولى تتميز البكتريا بصغر حجمها . ذلك أن متوسط حجم الخلية اليوكاريوتية نحو ١٠ ميكرومترات (حيث يعادل الميكرومتر جزءا من المليون من المتر أى ١/ ٢٥,٠٠٠ من البوصة) . والخلية اليوكاريوتية القادرة على الحياة المستقلة قد تكون أكبر من ذلك ، ولنقلْ إن قطرها ١٠٠ ميكرومتر .

أما البكتريا فطول قطرها ١ أو ٢ ميكرومتر ليس إلا ، وأصغر بكتريا معروفة يبلغ قطرها ٠,١ ميكرومتر فقط .

كما أن البكتريا معروفة بأن ليس لها نواة . وبما أن الخلايا البكتيرية تبدو أصغر وأكثر بدائية من الخلايا اليوكاريوتية الأكبر منها حجماً ، فإنه يطلق على البكتريا اسم الخلايا البروكاريوتية أو البروكاريوت ، من كلمتين يونانيتين ، معناهما : " قبل النواة" أى أنها وجدت قبل تكون النواة .

وقد يبدو أن هذا يثير مشكلة . فقد قلت فيما تقدم إن النواة والمواد الكروماتينية التى بداخلها أساسية لتكاثر الخلية . ومثال ذلك أن كريات الدم الحمراء والصفائح الدموية ليس بها نوى (كما ذكرت من قبل) أو كروماتين ، ومن ثم لا يمكن أن تنمو أو تتكاثر . وهذا العجز يسمها بأنها ليست خلايا حقيقية . بيد أن جسمنا لا يخلو من هذه المكونات الدموية برغم أنها لا تتكاثر ، وبرغم أن عمرها ينتهى بسرعة غير قليلة ، إذ تتكون كميات منها باستمرار انطلاقا من خلايا سوالف بها نوى ، كما أنها تتكون بأعداد كافية تعوض ارتفاع معدل تدميرها .

ومع ذلك تنجح البكتريا ، وهى بدون نواة ، فى الانقسام والتكاثر ، وتفعل ذلك بنشاط .

وهذا ليس لغزا فى حقيقة الأمر . فالبكتريا قد تفتقر إلى نواة ، لكن بها فعلاً المادة الكروماتينية الضرورية للنمو والتكاثر . وهذا الكروماتين ليس معزولا فى نواة كما هو الحال فى اليوكاريوت ، بل هو موزع بصفة عامة فى كل أجزاء الخلية البكتيرية . والواقع أن الخلية البكتيرية لا تختلف كثيراً فى الحجم عن نواة الخلية اليوكاريوتية ، بحيث يكاد يمكن النظر إلى البكتريا الواحدة على أنها نواة تعيش طليقة .

كما أن البكتريا تحتوى على ريبوصوم ، ومن ثم يمكنها صنع بروتين . والبكتريا التى تستطيع التعامل مع أكسجين الجو (ثمة بضعة أنواع لا تستطيع) تحتوى على مواد ميتوكوندرية .

ثم إن هناك پروكاريوت تحتوى على كلوروفيل (يخضور) أسوة بالخلايا النباتية اليوكاريوتية . وهذه الپروكاريوت المحتوية على يخضور كانت تسمى فى بادىء الأمر طحالب زرقاء - خضراء ، بسبب لونها . بيد أنه ، بمجرد أن أدرك علماء الأحياء أهمية التمييز بين اليوكاريوت والپروكاريوت ، لم يسعهم إلا أن يلاحظوا أن الطحالب الزرقاء - الخضراء أو ثق بكثير صلةً بالبكتريا من حيث البنية ، منها بالطحالب العادية التى هى يوكاريوت . لذلك يطلق الآن على الطحالب الزرقاء - الخضراء اسم **سيانو بكتريا** ، إذ إن سيانو أصلها كلمة يونانية ، معناها : " أزرق " .

ومن الممكن أن تكون الخلايا اليوكاريوتية انبثقت من اتحاد أنواع مختلفة من الپروكاريوت ، فكل من الميتوكوندريا والكلورو پلاست ضمت إلى نفسها كميات صغيرة من المواد الوراثية ، وهذا يغرينا بأن نفترض أنها كانت فى يوم من الأيام كائنات مستقلة .

لنفرض أنه مع تطور الپروكاريوت نشأت وارتقت عدة ضروب مختلفة منها ، من المحتمل أن كان لبعضها " سياط " نامية جداً تتحرك بواسطتها ، وأن بعضها كان بارعًا فى ا لتعامل مع أكسچين الجو ، وأن بعضها كان يحتوى على يخضور . ومن الممكن أن يكون قد حدث عرضًا أن التحم بطريقة ما پروكاريوت متحرك بپروكاريوت قابض على أكسچين ، أو بپروكاريوت يحتوى على يخضور ، أو بكليهما . وقد تكون هذه الاتحادات أكثر كفاءة فى التعامل مع البيئة المحيطة بها ، وفى العمل بكفاية تتفوق على أى پروكاريوت بمفردها . عندئذ تعمر وتزدهر .

ومن ثم يمكننا ، من زاوية مُعينة ، أن نعتبر الخلايا اليوكاريوتية خلايا پروكاريوتية متعددة ، بالضبط كما أن الكائنات الحية العادية يوكاريوتية متعددة ، أو إن شئنا استخدام تعبير أكثر شيوعًا ، **متعددة الخلايا** .

(بل يمكننا تصور خطوة تالية تتحد فيها كائنات حية فى كيانات أكبر تستطع أداء ما يزيد كثيراً عما يستطيعه عدد مماثل من الكائنات غير المنظمة . ومثل هذه

المجموعات من الكائنات يمكن أن نعتبرها " مجتمعات " . وقد سارت الحشرات شوطاً فى هذا الاتجاه ، إذا انصرف ذهننا إلى سكان بيوت الأرض وبيوت النمل وخلايا النحل ، كما سارت فيه الثدييات طبعاً . وأفضل مثال لذلك المجتمعات البشرية .)

ووجهة النظر القائلة إن الخلايا اليوكاريوتية هى خلايا پروكاريوتية متعددة ، تحظى بتأييد قوى من عالم البيولوچيا الأمريكى "لين **مرجوليس**" **Lynn Margolis** (المولود سنة ١٩٣٨) .

وبوسعنا أن نتخيل أن اتحاد الپروكاريوتات يستطيع أن ينتج خلايا أكبر فأكبر ، إلى أن نحصل على پروكاريوتات متعددة يبلغ حجمها ألف مرة ، ويبلغ ما بها من مادة الكروماتين ألف مرة ، ما لدى الپروكاريوتات العادية . وفى تلك الحالة قد يصعب تنظيم عملية الانقسام الفتيلى (الميتوزيس) إذا ما وزعنا الكروموسومات على كل جسم الخلية . عندئذ قد يحدث أن تكون الپروكاريوت المتعددة الأقدر على البقاء هى التى تجمع المادة اليخضروية فى حيز صغير نسبيًا هو حجم النواة ، وعلى هذا النحو أصبحت الكاريوتات المتعددة **Multikaryotes** يوكاريوتات .

وبرغم نمو اليوكاريوت ، مازالت الپروكاريوت موجودة بطبيعة الحال إلى يومنا هذا ، وحالتها على ما يرام . ذلك أن بساطتها الشديدة وحجمها الصغير جداً يتيحان لها أن تنمو وأن تنقسم وتتكاثر . بأسرع كثيراً مما تستطيع اليوكاريوت . وهذا يعطيها ميزة فقدتها اليوكاريوت (لتكتسب مزايا أخرى) . ومن الممكن ، بل والمرجح كما هو مسلم به ، أن الپروكاريوت الموجودة حاليًا أكثر تقدمًا وتعقيداً من الپروكاريوت الأصلية التى نشأت منها اليوكاريوت .

وإذا كان ذلك كله كذلك ، فلابد أنه ، قبل ١٤٠٠ مليون سنة ، عند أول ظهور اليوكاريوت ، كانت هناك پروكاريوت موجودة فعلاً .

ولئن كان من العسير أن نتقفّى فى الصخور آثار أبسط أشكال الأحياء اليوكاريوتية ، فإن اكتشاف آثار الأحياء الپروكاريورية ، وهى أصغر منها حجمًا وأشد

بساطة ، لابد أن يكون أشد صعوبة . ومع ذلك فقد اكتشف "بارجهورن" وزملاؤه – فى الصخور القديمة – أشياء لها الحجم والشكل المناسبان اللذان يؤهلانها لأن تمثل آثار كائنات پروكاريوتية .

ثم إنه توجد بضعة أماكن فى العالم تزدهر فيها پروكاريوتات تشكل طبقات كثيفة مسطحة تنتثر عليها مواد رسوبية ، ويطلق عليها ستروماتولايت Stromatolites (من كلمة يونانية ، معناها : " ملايات سرير ") . وقد اتضح أن البقايا الأحفورية لهذه الستروماتولايت ترجع إلى أزمنة سابقة بكثير على اليوكاريوت .

وأقدم صخور عثر فيها على هذه الآثار الپروكاريوتية قد ترجع إلى ٣٥٠٠ مليون سنة ماضية . وهذا يعنى أن الحياة كانت موجودة على الأرض ، على الأقل فى شكل الپروكاريوت ، عندما بلغ عمر الكوكب ألف مليون سنة فقط . وظلت الحياة على الأرض تتألف فقط من پروكاريوت لمدة تزيد على ٢٠٠٠ مليون سنة ، أى أكثر من نصف المدة التى وجدت فيها خلايا من أى نوع . لقد كان عالَما من البكتريا ، مع أو بدون يخضور (كلوروفيل) .

ولكن حتى الپروكاريوت منظومات معقدة ، إذ إن كل خلية دقيقة ملأى بأعداد كبيرة من الجزيئات المختلفة ، بعضها ذو بنية شديدة التعقيد . والمؤكد أنها لم تنشأ من لاشىء . فهل هناك أشكال من الحياة أبسط وأكثر بدائية من الپروكاريوت ؟ إن كان الأمر كذلك ، فيكف وُجِدَت ؟ وماذا كانت بداياتها ؟ .

الڤيروسات

ظهرت إمكانية وجود شكل من الحياة أبسط من البكتريا فى ١٨٨٠ . فى ذلك الوقت كان باستور ، واضع نظرية الأصل الجرثومى للمرض - أى أن كل الأمراض المعدية تسببها أحياء دقيقة - يدرس مرض الكَلَب أو السعار (المعروف من قبل باسم هيدروفوبيا [١]) .

وقد تمكن من إيجاد علاج له ، لكنه لم يتمكن من تحديد مكان كائن حى دقيق يستطيع أن يثبت بوضوح أنه سبب المرض . ولم يكن مستعدا لأن يفترض أن الكَلَب مرض مُعْدٍ لا يسببه كائن حى دقيق . وبدلا من ذلك ساق فكرة مؤداها أن الكائن الحى الدقيق ، موضع البحث ، أصغر من أن يمكن رؤيته بالمجهر . (وقوبلت الفكرة بشعور طبيعى جدا من الشك والارتياب .)

وفى ١٨٩٢ كان عالم النبات الروسى "دمترى يوسيفوفتش **ايڤانوفسكى**" (١٨٦٤-١٩٢٠) يدرس فسيفساء الطباق . وهو مرض يصيب نبات الطباق ، ويتجلى فى تكوين نمط غير طبيعى من الورق له شكل الفسيفساء . ولم يستطع العثور على الكائن الدقيق المسبب لذلك المرض مثلما لم يستطع "پاستور" العثور عليه فى حالة مرض السُعار (داء الكَلَب) . فهرس **إيڤانوفسكى** الأوراقَ المصابة ، ورشّح السائل الكثيف من مصفاة رفيعة جداً بقصد إزالة كل البكتريا . وكان تقديره أنه لو أن السائل الذى يمر من خلال المصفاة لا يلوث نباتات الطباق السليمة ، فسوف يمكن أن يخلص إلى وجود سبب بكتيرى ، وكل ما هنالك أنه لم يتوصل إلى تحديد ماهية تلك البكتريا . غير أنه وجد أن السائل النقى الذى مر عبر المصفاة استطاع تلويث نباتات سليمة .

كان بوسعه أن يستنتج من هذا أن الكائن الدقيق الذى سبب مرض فسيفساء الطباق أصغر كثيراً من البكتريا ، واستطاع النفاذ من مصفاة مسامها أدق من أن

(١) = الخوف المرضى من الماء (م) .

تسمح بنفاذ البكتريا . غير أن "إيڤانوڤسكى" لم يكن يتحلى تمامًا بشجاعة "پاستور" ، واختار بدلا من ذلك أن يعتقد أن مصفاته كانت معيبة وأن الكائن الدقيق نفذ من شقوق صغيرة فيها .

بعد ذلك بثلاث سنوات ، أى فى ١٨٩٥ ، أعاد عالم النبات الهولندى "مارتينوس ڤيللم **بييرنك** (١٨٥١-١٩٣١) التجربة بحذافيرها تقريبًا ، لكنه لم يفترض أن المصافى معيبة . وأصر على أن الكائن الدقيق المسبب للتلوث أصغر كثيرًا من البكتريا . ولم يشأ أن يجازف بتخمين طبيعته الكيميائية أو الفيزيقية ، فسماه الڤيروس القابل للنفاذ من مصفاة . وبما أن كلمة **ڤيروس** هى المقابل اللاتينى لكلمة " سُمّ " ، فقد اكتفى بييرنك بتسميته " سم ينفذ من مصفاة " .

وبحلول ١٩٣١ غدا معروفًا عن نحو أربعين مرضًا ، منها : نزلة البرد العادية ، والحصبة ، والتهاب الغدة النكفية ، والأنفلونزا ، والجديرى ، والجدرى ، وشلل الأطفال ، وداء الكَلِب (السعار) طبعًا ، أنها تنتج من تلك الڤيروسات النافذة من المصفاة ، ومع ذلك لم يكن معروفًا بعد أى شىء عن طبيعتها الكيميائية أو الفيزيقية .

بيد أنه فى ذلك العام ، مَرّر العالم البكتريولوچى البريطانى "وليم چوزيف **إلفُورد**" (١٩٠٠-١٩٤٢) سائلا يحتوى على **ڤيروس نافذ من المصفاة** من خلال مصفاة دقيقة الثقوب إلى درجة لم يعد معها الڤيروس القابل للنفاذ من المصفاة قابلا للنفاذ منها . إنه لم يستطع أن يمر من خلال المسام الدقيقة . ومنذئذ توقف استخدام النعت نافذ (أو قابل للنفاذ) وسميت الكائنات المسببة (الناقلة) للأمراض ڤيروسات ليس إلاّ .

وقد أتاح هذا لأول مرة تقدير حجم الڤيروسات . ففى حين أن البكتريا المتوسطة الحجم يبلغ قطرها نحو ٢ ميكرومتر ، يبلغ قطر الڤيروس المتوسط الحجم نحو ٠,٢ ميكرومتر ، وقطر أصغر ڤيروس معروف الآن ٠,٠٢ ميكرومتر . ومن ثم تكون الڤيروسات أصغر من البروكاريوت بمقدار ما يصغر حجم البروكاريوت عن اليوكاريوت . فالپروكاريوت النموذجى يبلغ حجمه ألف مرة حجم الڤيروس النموذجى ، وحجم اليوكاريوت النموذجى يبلغ ١,٠٠٠,٠٠٠ مرة حجم الڤيروس النموذجى .

كانت الڤيروسات أجساماً صغيرة إلى درجة أنه ثار بشأنها التساؤل عما إذا كان يمكن اعتبارها حية أم لا . لقد بدت البكتريا كبيرة بما يكفى دون زيادة لكى تكون حية ، فكيف يمكن أن يكون حيا جسمٌ يصغرها ألف مرة ؟

فى ١٩٣٥ ، كان عالم الكيمياء الحيوية الأمريكى "وندل مرديث **ستانلى**" (١٩٠٤-١٩٧١) يتعامل مع محلول لڤيروسات فسيفساء الطباق ، فأجرى عليه سلسلة من الإجراءات التى كانت نجحت منذ وقت قريب فى إنتاج بلّورات من جزيئات البروتين . فحصل على بلّورات رفيعة فى شكل الإبر لڤيروس فسيفساء الطباق . وعندما فصلت هذه البلّورات عن بعضها البعض وجُفِّفت ثم أذيبت فى ماء نقى ، تجلّت فيها كل خصائص الفيروس وكان بإمكانها نقل العدوى إلى نباتات الطباق السليمة .

وبدا أن هذا يؤيد الفكرة القائلة أن الفيروس جزىء بروتينى لا حياة فيه ، إذ إنه بدا من غير المتصور أن يستطيع كائن عضوى حى العيش فى شكل بلّورى . ولكن من الناحية الأخرى ، كان باستطاعة الڤيروس أن يتكاثر بمجرد وجوده داخل خلية ، وكان بإمكانه - فيما يبدو - أن يشق أولاً طريقه إلى داخل تلك الخلية . وكان يبدو آنذاك أن تلك مقدرة ينفرد بها الكائن الحى . وإذا كانت الڤيروسات تتبلّر فمن الجائز أنها ، حتى رغم كونها حية ، ذات بنية بسيطة إلى درجة امتلاكها خصائص التبلّر التى يتمتع بها جزىء البروتين .

ومع ذلك ، هل هى بروتينات فحسب ؟ إن الاختبارات التى أجريت على الڤيروسات كانت تبّين بوضوح وجود بروتين ، لكن ألا يحتمل أن هناك شيئاً آخر بالإضافة إليه ؟

فى ١٩٣٦ أثبت اثنان من علماء الكيمياء الحيوية ، هما "فريدريك تشارلز **باودن**" (ولد ١٩٠٨) و"نورمان ونجيت **پيرى**" (ولد ١٩٠٧)، أن ڤيروس فسيفساء الطباق يتكون من بروتين بنسبة ٩٤ فى المائة فقط ، والستة فى المائة الباقية مادة تسمى **الحمض النووى** .

وقد اكتشف الحمضَ النووى فى الصديد سنة ١٨٦٩ عالمُ الكيمياء الحيوية السويسرى "يوهان فريديش **ميشر**" (١٨٤٤-١٨٩٥) ، وسماه "**النووين** " لأنه كان

يبدو متحداً مع نوى الخلايا ، ونظرا لأنه وجد فيما بعد أنه تتبدى فيه خصائص حمضية ، فإن اسمه تغير وأصبح الحمض النووى .

وقد استغرق اكتشاف بنية الحمض النووى بكل تفاصيلها ثلاثة أرباع قرن ، ولكن عندما توصل باودن وبيرى إلى اكتشافهما ، فهم العالم بنية الحمض النووى . لقد اتضح أنه يوجد منه نوعان رئيسيان هما : حمض رايبو النووى وحمض دى أوكْسى رايبو النووى (الشريط الوراثى) ، وعادة ما يرمز لهما باختصار : رن (رنا) **RNA** ودن (دنا) **DNA** على التوالى . وعندما يوجد أى واحد منهما متحدا مع بروتين فإنه يكون مع البروتين **البروتين النووى** .

وقد اتضح بعد ذلك أن جميع الڤيروسات بروتينات نووية من حيث طبيعتها . وفى حالة فيروس فسيفساء الطباق وعدد من الڤيروسات الأخرى ، يكون الفيروس هو **رنا** . وفى عدة حالات أخرى يكون الفيروس هو **دنا** .

والأحماض النووية موجودة أيضا فى الخلايا إذ إنها اكتشفت فيها . ففى ١٩٢٣ أثبت عالم الكيمياء الحيوية الألمانى روبرت يواكيم **فولجن** (١٨٨٤-١٩٩٥) - مستعينا بتفاعلات صابغة ابتكرها بنفسه - أن **دنا** موجود بتركيز شديد فى نواة الخلية ، فى حين أن **رنا** موجود فى السيتوپلازم .

وقد درس عالم الكيمياء الحيوية السويدى طوربيورن أوسكار**كاسپرسون** (ولد فى ١٩١٠) الأحماض النووية الموجودة فى الخلية بمزيد من التفصيل وأوضح بجلاء - فى منتصف الثلاثينات - أن **دنا** موجود ، ليس فى الخلية فحسب ، بل بالتحديد فى الكروموسومات .

وبعد ذلك أصبح من الممكن الاعتقاد بأنه ، كما أنه يمكن النظر إلى البكتريا على أنها نوع من النواة المعزولة لخلية ما ، فكذلك يمكن النظر إلى الفيروس على أنه كروموسوم خلية معزول .

وكانت الكروموسومات قد اكتسبت آنذاك مكانه مرموقة فى ظاهرة الحياة فى نظر علماء البيولوچيا . ففى ١٨٦٥ ، كان عالم النبات النمساوى جريجور يوهان **مِندِل**

(١٨٢٢-١٨٨٤) قد حل لغز آلية الوراثة ، أى طريقة انتقال الخصائص الطبيعية من أجسام الوالدين إلى الأولاد ، وفى سبيل هذا اضطر إلى أن يفترض أنه توجد داخل الجسم عوامل وراثية معينة تتصرف بطرق خاصة .

وقد أُهمل عمل "مندل" سنوات عديدة ، ولكن عالم النبات الهولندى "هوجو مارى دەفريز" (١٨٤٨-١٩٣٥) جذب إليه انتباه علماء البيولوچيا عامة فى سنة ١٩٠٠ . ففى ذلك الوقت كان قد زاد كثيراً ما يعرفه الناس عن تفاصيل تركيب الخلية ، وفى ١٩٠٢ أوضح عالم الأحياء الأمريكى "والتر ستانبورو ساتون" (١٨٧٧-١٩١٦) أن الكروموسومات ، فى أثناء انقسام الخلية ، تتصرف بالضبط بالطريقة التى يتوقع أن تتصرف بها عوامل الوراثة كما بين "مندِل" .

وبناء على ذلك ، ظهر أن الكروموسومات هى الحاملة لقسمات الوراثة ، ولابد أنها تتحكم بطريق ما فى كيمياء الخلية حتى يتسنى للخلية وللجسم الذى تُشكل جزءا منه أن يبرز الخصائص المختلفة الموروثة من الوالدين . والواقع أن ما يورث ليس الخصائص ذاتها بل الكروموسوم الذى ينتج تلك الخصائص .

وقد أدرك عالم النبات الدنماركى ڤلهلم لودڤيج يوهانسِن (١٨٥٧-١٩٢٧) أن الكروموسومات قليلة جداً بحيث لا تستطيع التحكم فى كل الصفات البدنية إذا كان المفروض ألا يتحكم كل كروموسوم إلا فى إحداها . لذلك ارتأى فى ١٩٠٩ أن الكروموسومات منقسمة إلى قطاعات صغيرة يولّد كل واحد منها صفة واحدة . وأطلق على هذه القطاعات الصغيرة اسم **الچينات** (الورِثات) ، من كلمة يونانية معناها : " يبتعث " (يوجد) .

ومن ثم عندما يجتاح الڤيروس خلية ما ، فإن كروموسوماً غريباً وطفيلياً يتمكن من استخدام جهاز الخلية لأغراضه الخاصة ، أى لتصنيع مزيد من الڤيروسات على نسقه . وبعض الڤيروسات معتدلة فى نشاطها وتتطفل على الخلية دون قتلها . وثمة ڤيروسات أخرى تقتل الخلية أثناء تكاثرها الغزير .

وبما أن الحياة على الأرض - قبل نشوء الكائنات متعددة الخلايا - كانت تتألف من كائنات وحيدة الخلية ، وبما أن الحياة على الأرض - قبل نشوء الخلايا اليوكاريوتية - كانت تتألف من خلايا پروكاريوتية فقط ، أفلا يُحتمل أن الحياة على الأرض قبل وجود أى خلايا على الإطلاق كانت تتألف من ڤيروسات فحسب ؟

ليس لدينا للآن أى إشارة من أى نوع تفيد أن الأمر كان على هذا النحو فى واقع الأمر . وبوسعنا أن نكون واثقين من أنه لو وجدت ڤيروسات قبل الخلايا ، لما كانت هى الڤيروسات التى نعهدها اليوم . ذلك أن كل الڤيروسات الموجودة الآن تعيش متطفلة على خلايا ، ولا يمكن أن تتكاثر إلا عن طريق استخدام الجهاز الموجود فعلاً داخل خلايا ، موجودة . بل إنه من الجائز أن ڤيروسات اليوم نشأت بطريق " التفسخ " ، من خلايا . بمعنى أنها خلايا فقدت بعضا من قدراتها الكيميائية ، بالتحديد لأنه كان أيسر كثيراً عليها أن تدع خلايا أكثر استقلالية تؤدى المهمة بدلا منها .

ومثال ذلك أنه توجد خلايا ريكتسية ، أو كما تسمى عادة ريكتسيا(١) . وأول من اكتشفها هو الطبيب الأمريكى "هوارد تايلور **ريكتس**" (١٨٧١-١٩١٠) الذى وجد فى ١٩٠٩ أن تلك الخلايا هى المسببة للحمى المنقّطة لجبال الروكى . والريكتسيا مثلها مثل البكتريا الصغيرة التى لا تستطيع أن تعيش وحدها لافتقارها إلى پروتينات معينة تسمى**أنزيمات** تحفّز تفاعلات حيوية أساسية . فالريكتسيا لا تستطيع أن تنمو وتتكاثر إلا إذا استطاعت أن تجدَ وتستخدم - داخل الخلايا التى تجتاحها - الأنزيمات التى تفتقر إليها .

وهناك ڤيروسات أصغر من الريكتسيا ، لكنها مازالت معقدة بعض الشيء ، وهناك سلسلة من الڤيروسات الأكثر فاكثر صغراً وبساطة باطّراد ، وكلها تفتقر أكثر فأكثر إلى ما يلزم للعيش على استقلال . ولا تحتفظ أصغر الڤيروسات إلا بمجرد

(١) تسبب أمراضاً مثل التيفوس ، وغيره (م) .

القدرة على النفاذ إلى داخل خلية ، ومتى وصلت هناك تتكاثر باعتمادها كلية على تحكّمها فى أنزيمات الخلية ، ولا تسهم عملا بتقديم أى أنزيمات من عندياتها .

ومع ذلك ، فطالما أنه يبدو من غير المحتمل أن تستطيع أقل الخلايا البكتيرية تعقيداً أن تنشأ طفرة دون أسلاف أبسط منها ، فكل ما يمكننا افتراضه هو أن البروكاريوت كانت بصفة عامة مسبوقة بأشياء شبيهة بالڤيروس وقادرة على شكل من أشكال الحياة المستقلة . وشيئًا فشيئًا ، على مدى المليار سنة الأولى من وجود الأرض ، تطورت هذه الأشياء المشابهة للڤيروس حتى غدت حُترات من الحياة ، معقدة بما يكفى لأن ندرك أنها پروكاريوت .

ولابد أن سوالف الحياة هذه تكوّنت من جزيئات بسيطة ، من النوع الموجود حولنا فى الهواء وفى المحيط . لذلك فلننظر – قبل مزيد من التخمين حول بدايات الحياة – فى بدايات كل من : البحر المحيط الأرضى وجو الأرض .

- 20 -

البحر المحيط والجو

عرضت فى جزء سابق من هذا الكتاب الطريقة التى شرح بها البابليون ومَنْ سبقوهم أصل الأرض ، ومحصلها تحوّل شواش (عماء) المحيط اللامتناهى إلى النظام ، أو الكون ، الذى يميز العالم حاليًا . وقد التقط اليهود ، أثناء الأسر البابلى ، عناصر من هذه القصة ، ظهرت بعد ذلك فى الأصحاح الأول من " سفر التكوين " .

يبدأ " سفر التكوين " بالعبارة التالية : « فى البدء خلق الله السموات والأرض » (التكوين ١ : ١) ، ثم يمضى فى عرض التفاصيل .

فى أول الأمر « كانت الأرض خربة وخالية (يقابل هذه الكلمة فى النص الإنجليزى : "عديمة الشكل" - م) وعلى وجه الغَمْر ظلمة » ، (تكوين ١ : ٢) . و« خالية » و« ظُلمة » كلمتان تعبران عن الشواش الأصلى « العديم الشكل » . ويمكن تصور الشواش كنوع من المحيط المحموم توجد فيه كل المواد التى تشارك فى صنع الكون على هيئة مزيج عشوائى مضطرب . بيد أن « روح الله [كان] يرِفّ على وجه المياه » (تكوين ١ : ٢) وإرادة الله فرضت عليه النظام بإقامة سلسلة من الفواصل . ففى اليوم الأول فصل الله بين النور والظلمة ، خالقًا النهار والليل . وفى اليوم الثانى خلق الله السماء ليفصل بين المياه التى تحت (المحيط) والمياه التى فوق (المطر) . وفى اليوم الثالث فصل الماء عن اليابسة ، وبذلك خلق ، ليس فقط القارات ، بل المحيط كما نعرفه اليوم .

ومن ثم ففى وجهة نظر " التوراة " وجد المحيط كما هو الآن ابتداء من اليوم الثالث للخلْق .

بيد أن المحيط يمكن أن يرى ، على الأقل . أما الهواء فلا يُرى ، ونحن لا نعلم أنه موجود إلا لأنه يمكن الإحساس بحركته كريح . ويمكن تجاهله بسهولة ، والواقع أن

"التوراة" لا تهتم بوصف عملية خلق الجو . وربما يمكن إغفال خلقه ، لأنه ، من زاوية معينة ، يمكن النظر إلى الهواء على أنه شواش إذ ليس فيه نظام بادٍ للعيان . وربما هو مجرد قطعة من الشواش تبقت من البداية ولا تحتاج إلى أن تُخلق .

وإلى ما قبل الأزمنة الحديثة كان يفترض أن الهواء يمتدّ إلى أعلى بالحالة التى هو عليها ، على وجه التقريب ، فى مستوى سطح البحر ، إلى أن يبلغ السماء التى كان الأقدمون (والتوراة) يفترضون أنها قبو مصمت . ومن المؤكد أن الفكرة المتمثلة فى أن الهواء يصل إلى السماء ليست جديرة بالكثير من الاعتبار ، لأن معظم الناس فى الأزمنة الغابرة لم يكونوا يعتقدون أن السماء عالية جدا ، بل ربما تجاوزت قمم الجبال بقليل فى تصورهم . من ذلك أنه فى أسطورة يونانية عوقب " أطلس الجبار " على محاربته الإله زيوس بإلزامه بحمل السماء على كتفيه . وفى إحدى المرات صعد البطل الإنسان هرقل على قمة جبل فكان طويلا بما فيه الكفاية لتولى المهمة لبرهة قصيرة .

كان الماء والهواء ، عند الأقدمين ، اثنين من العناصر ، أو المواد الأساسية ، التى يتشكل منها العالم . وكان ثمة اتجاه لاعتبار كل السوائل مدينة بسيولتها لاختلاطها بالماء ، ولاعتبار كل الأبخرة مدينة ببخاريتها لاختلاطها بالهواء .

وكان أول من اعترف بوضوح بأن ثمة مواد شبيهة بالهواء ومتميزة تماماً عنه فى خواصها هو الطبيب الفلمنكى "يان باتستا **ڤان هِلمونت**" (١٥٨٠–١٦٤٤) . فسكّ كلمة فى ١٦٢٤ لتعبر عن أى نوع من البخار له صفات شبيهة بصفات الهواء ، وسمّى كل واحد منها غازاً . وكان هذا آخر صدى للتفكير القائل بأن الهواء والمحيط شكلان من الشواش ، إذ إن " **الغاز** " ليس إلا نطقاً مخففاً لكلمة Chaos = شواش .

فى بادىء الأمر ظل المصطلح الذى استحدثه ڤان هلمونت مجهولا من أكثر الناس ، كما ظل الكيميائيون ، مدة قرن ونصف بعد سكّه ، يتحدثون عن الغازات التى يكتشفونها ويستخدمونها فى أعمالهم على أنها أنواع من الهواء . فكان هناك " الهواء الساكن " والهواء النارى " ، و " الهواء الملتهب " و " اللاملتهب " ، وهلم جرا . وإلى الكيميائى الفرنسى "أنطوان لوران**لاڤوازييه**" (١٧٤٣–١٧٩٤) يرجع الفضل فى إنقاذ المصطلح وتثبيته فى قاموس الكيميائيين والعالم .

بيد أن اكتشافًا تم فى تلك الأثناء غيّر كل النظريات المتعلقة بالهواء . ففى ١٦٤٣، نجح عالم الفيزياء الإيطالى "إيڤانچليستا **توريتشِللى**" (١٦٠٨-١٦٤٧) فى تحقيق توازن بين عامود من الهواء وعامود من الزئبق ، وأثبت بهذه الطريقة أن للهواء وزنا ، وأنه يضغط على كل بوصة مربعة من أى سطح (بما فى ذلك سطح جسم الإنسان) بثقل قدره ١٤,٧ رطل (٦,٧ كيلو جرام) . والكائنات البشرية غير واعية بهذا الثقل لأن محتويات الجسم من السائل تحدث ضغطًا إلى الخارج فى جميع الاتجاهات بقوة موازِنة .

وكان معنى هذا أن الهواء لا يستطيع ملء العالم إلى ارتفاعات غير محددة . والواقع أن بإمكاننا ، بناء على وزن الهواء ، أن نحسب أنه إذا كان بالكثافة ذاتها فى كل مكان فلن يزيد ارتفاعه عن ٥ أميال (٨ كيلو مترات) .

لكن الأمر ليس كذلك ، لأن عالم الطبيعة البريطانى "روبرت **بُويْل**" (١٦٢٧-١٦٩١) أثبت فى ١٦٦٢ أن الهواء ينضغط بالكبس . وهذا يعنى أن الهواء عند مستوى سطح البحر ينضغط إلى أسفل بفعل الهواء الموجود فى المستويات العليا ويُكبَس سويا بمزيد من الإحكام ، فيزداد كثافة نتيجة لذلك . وكلما صعد الإنسان جبلا صادف هواءً يعلوه قدر أقل من الهواء بحيث يقل الضغط الذى يتعرض له . وهذا يعنى أن الهواء يغدو أقل كثافة ، فيتخلخل ويشغل حيزًا أكبر . لذلك يتمدد الهواء إلى فوق نحو ارتفاعات تزيد كثيرًا عن خمسة أميال ، وإن كان ذلك يتم على حساب تخلخله أكثر فأكثر ، وازدياده هشاشة فوق هشاشة .

ويصبح الهواء أرق من أن يصلح للمحافظة على حياة البشر على ارتفاع نحو ٦ أميال (٩,٦ كيلو متر) فوق مستوى سطح البحر ، ويتحول إلى نزائر على ارتفاع ١٠٠ ميل (١٦٠ كيلو مترا) ، ويتعذر الاهتداء إليه على أرتفاع ١٠٠٠ ميل (١٦٠٠ كيلو متر) . وهذا يعنى أن الغلاف الهوائى المحيط بالأرض ، أى **الجو** (مقابله الإنجليزى مشتق من كلمات يونانية معناها « كرة من البخار») يقتصر على المنطقة المجاورة مباشرة للأرض .

وهذا ، بدوره ، يعنى أن الفضاءات الشاسعة الموجودة فيما بين الأجسام الفلكية بين الأرض والقمر ، مثلاً - لا تحتوى على شيء باستثناء نزائر من المادة لا تُدرك ، ويمكن اعتبارها **خواء** (مقابله الإنجليزى مشتق من كلمة لاتينية ، معناها : " فارغ ") .

إن الإنسان يعرف بخبرته أن الغازات مثل الهواء عادة ما تتمدد لملء كل الحيز المتاح ، ومع ذلك لا يُظهر جو الأرض أى اتجاه ملحوظ إلى التمدد نحو الخارج فى الخواء .

والسبب فى ذلك هو أن الجو مشدود بإحكام إلى سطح الأرض بفعل الجاذبية ، وهى قوة أول من فسرها بصورة مُرْضِية العالِم البريطانى "إسحق **نيوتن**" (١٦٤٢-١٧٢٧) فى ١٦٨٧ . إن أى جسم يمكن أن يفلت من شدّ الجاذبية إذا تحرك بالسرعة الكافية (سرعة الإفلات) ، لكنّ سرعة الإفلات من الأرض ٧ أميال (١١,٢٥ كيلو متر) فى الثانية ، والهواء ، أو أى جزء ضخم منه ، نادراً ما يتحرك بأكثر من ١/١٠٠ من تلك السرعة حتى فى أعنف إعصار .

بيد أن الجو ، مثله مثل سائر أجزاء الكون ، يتألف من ذرات دقيقة قد توجد ، بدورها ، فى مجموعات تسمى **جُزَيْئَات** . وفى الجوامد (وإلى حدٍ أقل بكثير فى السوائل) ، تكون الجُزَيْئَات مشدودة الوثاق إلى بعضها البعض ولا تستطيع التحرك على انفراد . أما فى الغازات مثل الهواء ، فإن الجزيئات لا تكاد تؤثر فى بعضها البعض ويتحرك كل منها على انفراد مستقلا عن الباقى بقدر أو آخر .

وفى السنوات ١٨٦٠ ، وضع عالم الرياضيات الإسكتلندى "چيمس كلارك **مكسويل**" (١٨٣١-١٨٧٩) **النظرية الحركية للحرارة** التى توضح السرعات التى تتحرك بها مختلف الذرات أو الجزيئات . ومؤداها أنه مع ارتفاع درجة الحرارة يرتفع أيضا متوسط سرعة الحركة . غير أنه يوجد دائما تراوح . ففى أى درجة حرارة ، هناك دائما جزيئات تتحرك بسرعة أكبر (وقلة منها بسرعة أكبر بكثير) من المتوسط وجزيئات تتحرك بسرعة أقل (وقلة منها بسرعة أقل بكثير) من المتوسط .

وهذا يعنى ، أنه يوجد دائمًا فى أى جو احتمال أن تكون بعض الجزيئات الشاردة متحركة بسرعة تكفى للإفلات إلى الخواء المحيط ، إن تصادف أن كانت تلك الجزيئات فى الطبقات العليا من الجو وتستطيع بلوغ الخواء دون أن ترتطم بجزىء وتفقد بعضًا من سرعتها . وبعبارة أخرى ، كل جو " يتسرب " . وفى حالة الأرض ، هذا التسرب بطىء إلى درجة أنه حتى بعد مليارات السنين لم يُفقد قدرٌ محسوس من الجو .

وكلما كان الجرم السماوى أصغر كانت قوة جاذبيته أضعف ، وسرعة إفلاته أقل ، وزادت فرصة تمتع كل جزىء بمفرده بالسرعة الكافية للإفلات . وباختصار ، كلما قل حجم الجرم وكتلته تسرب الجو بسرعة أكبر .

وإضافة إلى ذلك ، كلما زادت حرارة الجرم السماوى زادت سرعة تحرك كل جزىء من جزيئات الجو على حدة ، وزادت سرعة تسربه . وأخيراً ، كلما قل حجم الجزىء زادت سرعة حركته فى درجة حرارة معلومة . ولذلك ففى أى جو كان ، تتسرب منه الجزيئات الأصغر حجمًا بسرعة أكبر من سرعة تسرب الجزيئات الأكبر .

فإذا كان جرم سماوى ما صغيراً بما فيه الكفاية أو ساخنًا بما فيه الكفاية أو جمع بين الصفتين ، فإن أى جو يكون قد وجد به فى وقت من الأوقات سوف يكون قد تسرب فى فترة قصيرة نسبيًا وسوف يكون الجرم بلا هواء . وإن كان كبيرا بالقدر الكافى ، أو باردا بالقدر الكافى ، أو جمع بين الصفتين ، فسوف يكون له جو .

ومن ثم ، فإن الأجرام الثمانية الأكبر كتلة فى المنظومة الشمسية لها أجواء وافرة ، وهى بالترتيب التنازلى لكتلتها : **الشمس** (ولها جو رغم ضراوة حرارة سطحها التى تبلغ نحو ٦٠٠٠ درجة مئوية) ،**والمشترى** ، **وزحل** ، **ونبتون** ،**ويورانوس** ، **والأرض** ، **والزهرة** (رغم أن درجة حرارة سطحها ٤٧٥ درجة مئوية ، وهى تزيد كثيراً عن درجة غليان الماء) ، **والمريخ** .

والمؤكد أن جو المريخ مخلخل ، تبلغ كثافته نحو ١/١٠٠ من كثافة جو الأرض . وتاسع جرم من حيث ضخامة الكتلة ، **وهو عطارد** ، أصغر من أن يكون له جو ،

لا سيما وهو شديد القرب من الشمس . وبالتالى فإن حرارة سطحه مرتفعة وإن لم تكن بقدر ارتفاع نظيرتها فى الزهرة .

وعاشر الأجرام من حيث الكتلة هو**جانيميد** ، أكبر توابع (أقمار) المشترى . وليس له جو هو الآخر ، وإن يكن أبرد بكثير من عطارد . والجرم الحادى عشر من حيث ضخامة الكتلة هو**تيتان** ، أكبر توابع المشترى ، وهو أصغر بعض الشىء من جانيميد لكنه أبرد بكثير منه وبالتالى يمكن أن يكون له جو ، وهو يحتفظ فعلا بجو . والجرم الثانى عشر من حيث ضخامة الكتلة ، وهو **كاليستو** ، ثانى توابع المشترى من حيث الحجم ، ليس له جو . والجرم الثالث عشر من حيث ضخامة الكتلة ، أى**تريتون** ، أكبر توابع زحل ، بارد إلى درجة أنه يمكن أن يكون له جو ، لكننا لا نعلم بعد .

وكل الأجسام التى لا تعد ولا تحصى فى المنظومة الشمسية ، والأصغر كتلة من تريتون ، ليس لها أجواء .

حتى الآن ، إذن ، لا يبدو أن الأرض تنفرد بأن لها جوًا ، طالما أن ثمانية أجرام أخرى فى المنظومة الشمسية ، ويحتمل تسعة ، لها جو . غير أننا سنعود إلى تناول هذه النقطة بعد قليل ونوضح ما تنفرد به الأرض .

وبالنسبة للسوائل ، نجد أنه وإن تكن الجزيئات التى تتألف منها متماسكة ، فإن التماسك ليس بالإحكام الموجود فى حالة الجوامد . ذلك أن اتجاه الجزيئات للانفصال فرادى عن جسم السائل ملحوظ بمقدار يفوق كثيرا اتجاه مثيلاتها للانفصال عن جسم جامد ، مع تساوى الأمور الأخرى . وبعبارة أخرى تميل السوائل إلى التبخر والتحول إلى شكل الغاز ، ومن ثم يميل الماء إلى التحول إلى بخار ماء .

ويمكن ملاحظة هذا بعد المطر ، عندما تختفى الرطوبة تدريجيًا من الشوارع . ذلك أن كل الكتل المائية المكشوفة ، حتى المحيطات ، تتبخّر باستمرار ، بحيث يشكل بخار الماء أحد مكونات الجو . بيد أن محتوى الجو من بخار الماء لا يتزايد إلى ما لانهاية ، لأن البخار يميل أيضًا إلى التكاثف والرجوع إلى حالة الماء السائل .

فالتبخر والترسب المائى يتوازنان ، وبتضافر الظاهرتين يظل ما يحويه الجو من الماء ثابتًا فى حدود المعقول فى العالم فى مجموعه .

ونظرًا لأنه يوجد دائمًا بخار ماء فى الهواء ، فإن جزيئات الماء التى يحتوى عليها ذلك البخار قد تصعد من وقت لآخر فى طبقات الجو العليا ، وإذا ما أخذت تتحرك آنئذ بالسرعة الكافية ، ولم تفقد جانبًا من سرعتها من جراء ارتطامها ببعض الأجسام ، أمكنها أن تفلت . والتسرب على كوكب الأرض لا يؤبه له حتى على مر مليارات السنين ، ولكن فى العوالم التى يحدث فيها التسرب سريعًا من الممكن أن ينضب أى رصيد من الماء السائل فيغدو العالم جافًا .

ومن ثم فالقمر وعطارد جافّان تمامًا . والزهرة أيضا ذات سطح جاف تمامًا بسبب ارتفاع درجة حرارة سطحها ، ولكن مازال يوجد بعض من بخار الماء فى أعالى جوها .

وإذا كانت درجة الحرارة دون الصفر المئوى ، فإن الماء يكون موجودًا فى شكل جامد هو الجليد ، الذى يتبخر ببطء أشد كثيرًا مما يفعل الماء السائل . وهذا يعنى أن كل العوالم (الأجرام – م) التى تظل أبعد عن الشمس من الأرض فى كل أو معظم مساراتها ، تستطيع – ولو كانت صغيرة إلى حد ما – أن تحتفظ بالماء ولكن على هيئة ثلج ليس إلاّ .

هكذا يملك المريخ مددًا صغيرا من الماء – على هيئة جليد ، ومعظم توابع الكواكب الخارجية ، ومعها بعض الكويكبات وكل المذنبات تقريبًا ، جليدية . وهناك ما يدعو إلى الاعتقاد بأن **يوروبا** ، أصغر توابع المشترى الأربعة ، مغطّى بمحيط من الماء السائل يضرب نطاقا حوله ، ولكن ، إن صح ذلك ، فإن المحيط يكون بدوره مغطى بطبقة دائمة من الجليد تضرب نطاقًا حوله . وفى حالة الكواكب العملاقة الأربعة ، المشترى وزُحَل ويوارنوس ونبتون ، يرجح أن الماء لا يشكل سوى نسبة صغيرة من المواد التى تغطى أسطحها .

هكذا يعتبر البحر المحيط على سطح الأرض شيئًا فريدًا . فالأرض هى العالم الوحيد فى المنظومة الشمسية الذى به رقعة منفسحة سائلة من المياه السطحية غير مغطاة بالجليد .

وهذا مهم ، فجزيئات الغاز منفصلة عن بعضها بمسافات كبيرة نسبيًا ، والتفاعلات الكيميائية التى تتوقف على ارتطام الجزيئات ببعضها ، قد لا تحدث بالسرعة والتنوع الضروريين فى منظومة حية . والجزيئات فى الجماد متصلة ببعضها من الوجهة العملية ، لكنها لا تستطيع التحرك بحرية ، وذلك يقلل من سرعة وتنوع التفاعلات الكيميائية . أما فى السائل فإن الجزيئات متصلة عملا ببعضها ، أيضا ، لكنها تستطيع التحرك بسهولة أكبر بكثير مما هو الحال فى الجوامد . لذلك يعتبر السائل هو الوسط المثالى الذى يسعنا أن نتوقع بدء الحياة فيه .

وزيادة على ذلك يعتبر الماء ملائمًا بصفة خاصة لأن لديه قدرة عالية على الإذابة ويستطيع حمْل مواد متنوعة ذائبة فيه . والجزيئات التى عادة ما تكون جزءا من جماد إن هى تركت وشأنها ، تتصرف عندما تكون فى محلول كما لو كانت جزءا من سائل .

وعادة ما يُعتقد أن الحياة بدأت فى المحيط ، واحتواء الأرض على ملايين الأميال المكعبة من الماء السائل المعرض لأشعة الشمس (وهى مصدر طبيعى ووفير للطاقة) يجعل العالم مكانًا مثاليًا لنشوء الحياة . وكون الأرض هى العالم الوحيد فى المنظومة الشمسية الذى يمكن أن يقال عنه ذلك ، قمين بأن يجعلنا نظن أن الحياة لا وجود لها فى أى مكان آخر بالمنظومة الشمسية .

(هناك طبعًا إمكانية أن تكون الحياة ممكنة على أساس يختلف كلية عن الأساس الذى نعرفه على وجه الأرض ، بحيث يجوز أن تكون هناك حياة من نوع ما على كوكب نعتبر بيئته غير صالحة نهائيا للحياة . غير أنه لا دليل البتة على أن الأمر كذلك ، إلى الآن على الأقل ، وحتى ظهور مثل هذا الدليل من الخطر أن نعتبر الحياة فى غير الماء أكثر من مجرد تخمين مشوِّق) .

لكن لنعد إلى الحديث عن الجو-

سبق أن قلت إن فى المنظومة الشمسية ثمانية وربما تسعة عوالم لها أجواء ، ولكن هل من حقنا بأى حال أن نفترض أن كل الأجواء ذات طبيعة واحدة ؟

كان الافتراض السائد حتى الأزمنة الحديثة أن الهواء عنصر ، أى مادة وَحْدية [1] ، كل أجزائها متماثلة ، ولم يكن يعتقد أنه مزيج أو اتحاد لمواد مختلفة . ولو كان الأمر كذلك لربما بدا طبيعياً أن نفترض أن الهواء الموجود هنا سوف يوجد هو ذاته فى أى عالم آخر به جو .

بيد أن هذا الافتراض خاطىء .

فابتداء من "ڤان هلمونت" أخذ الكيميائيون يتعاملون مع عدد من الأبخرة ذات الخصائص المختلفة ، لكن تلك الأبخرة كانت تنتج فى المختبر فى ظل ظروف خاصة ، ولم يفترض أحد أنها موجودة فى الهواء . وعلى كلٍّ ، هناك سوائل كثيرة ليست ماء - مثل الكحول والتربنتين والزئبق وزيت الزيتون وهلم جرا - وكان الكيميائيون على دراية بها فى الأزمنة القديمة . ومع ذلك لم يفكر أحد فى أنه يمكن العثور على هذه السوائل فى المحيط . وعلى أحسن الفروض ، فإنها لو وجدت فيه لكانت بمثابة شوائب طفيفة لا يُعبأ بها . هناك ملح فى المحيط ، بطبيعة الحال ، لكنه مجرد جامد مذاب . والسائل الوحيد الذى يتألف منه ماء المحيط هو - الماء .

وبالمثل ، قد يكون هناك غبار فى الهواء ، أو نفحات من بخار الماء ، أو أبخرة أخرى ذات رائحة ، من صنف أو آخر ، لكن هذه كانت فى نظر الكيميائيين السابقين مجرد شوائب طفيفة لا يعتد بها . فالهواء ، فى الجوهر ، مجرد هواء لا غير .

وفى ١٧٥٤ كان عالم الكيمياء الاسكتلندى "چوزيف **بلاك**" (١٧٢٨-١٧٩٩) يدرس الغاز الذى نسميه الآن **ثانى أكسيد الكربون** . فأثبت بلاك أن ما نطلق عليه اليوم **كربونات الكلسيوم** يفقد عند تسخينه ثانى أكسيد الكربون ويصبح **أكسيد الكلسيوم** وكانت هذه أول إشارة إلى أنك تستطيع إنتاج غازٍ ما بمجرد تسخين مادة صلبة .

كما أثبت بلاك أنه إذا غمرتَ أكسيد الكلسيوم فى ثانى أكسيد الكربون ، فإنه يتحول من جديد إلى كربونات الكلسيوم . وبالإضافة إلى ذلك ، إذا ما سمحت لأكسيد

(١) unitary .

الكلسيوم بمجرد البقاء فى الهواء ، فإنه يتحول ببطء شديد إلى كربونات الكلسيوم . وهذا يعنى أنه لابد أن فى الجو ثانى أكسيد كربون بوصفه مكونًا طبيعيًا من مكونات الهواء .

ومع ذلك تبين أن ثانى أكسيد الكربون مجرد شائبة طفيفة . ونحن نعلم أنه يشكل فقط ما لا يزيد عن ٠,٠٣٥ فى المائة من الهواء . ويوجد منه فى الهواء أقل كثيراً جداً مما يوجد بخار ماء .

وقد اهتم بلاك أيضاً بالحقيقة المتمثلة فى أنه رغم أن الشمعة يمكن أن تحترق إلى ما لا نهاية فى الهواء ، فإنها لا يمكن أن تحترق إلا إذا كانت فى الهواء الطلق . وإذا أوقدت لتحترق داخل إناء مغلق بحيث لا يتوافر سوى مدد محدود من الهواء ، فإنها تنطفىء في النهاية حتى رغم وجود مقدارٍ كافٍ من الشمع لم يحترق بعد ، ورغم وجود هواء متبقٍ داخل الإناء .

لقد كان بلاك يعرف أن الشمعة المحترقة تنتج ثانى أكسيد الكربون وأن لا شىء يحترق فى ثانى أكسيد الكربون . فاللهب الذى يُدخل فى صهريج يحتوى على ثانى أكسيد الكربون ينطفىء . ولكن عندما كان بلاك يضيف موادَ كيميائيةً تمتص ثانى أكسيد الكربون بمجرد تكوّنه ، فإن الشمعة كانت تنطفىء مع ذلك إذا كان مدد الهواء محدوداً ، وحتى إذا تبقى هواء لا يحتوى على ثانى أكسيد الكربون .

أحال بلاك المشكلة إلى أحد تلامذته الكيميائى الاسكتلندى "دانيل **رذرفورد**" (١٧٤٩-١٨١٩) . فكرر **رذرفورد** التجارب بعناية شديدة ، وفى ١٧٧٢ أحرز ودرس عينة من غاز ليس ثانى أكسيد الكربون ، ومع ذلك لا يحترق فيه الشمع ، وتموت فيه الفئران بسرعة . إنه الغاز الذى نسميه الآن **النتروچين** (= الأزوت) .

وفى ١٧٧٤ عزل الكيميائى الانجليزى "چوزيف **پريستلى**" (١٧٣٣-١٨٠٤) غازاً ذا طبيعة مضادة تماماً . ولاحظ أن شظية الخشب الداخنة تلتهب إذا وضعت فى هذا الغاز ، وأن الفئران تمرح بحيوية شديدة فيه . واستمتع پريستلى نفسه من جراء استنشاقه . فكان هو الغاز الذى نسميه الآن **الأكسچين** .

وأخيراً فإن "لاڤوازييه" الذى أشاع لفظة **الغاز** ، أجرى ١٧٧٨ سلسلة من التجارب التى أوضحت أن الهواء ليس عنصراً ، بل هو مزيج من غازين مختلفين ، هما النتروچين والأكسچين بنسبة ٤ : ١ من حيث الحجم . ونحن نعرف الآن أن النتروچين يشكل لغاية ٧٨ فى المائة من حجم الهواء ، والأكسچين ٢١ فى المائة منه .

ومجموع ما تقدم ٩٩ فى المائة ولكن تكاد تكون كل النسبة المتبقية مكونة من **الأرجون** ، وهو غاز أول من اكتشفه ، سنة ١٨٩٤ ، عالم الفيزياء الإنجليزى "چون وليم سترت" ، لورد **ريلى** (١٨٤٩-١٩١٩) بالتعاون مع الكيميائى الاسكتلندى "وليم **رامزى**" (١٨٥٢-١٩١٦) .

ثم هناك قدر ضئيل من ثانى أكسيد الكربون ، وغازات أخرى بمقادير أشد ضآلة ، وبطبيعة الحال بخار ماء يختلف مقداره بعض الشىء فى أية عَينة محددة من الهواء .

والآن يمكننا أن نتبين فيمَ تكمن الصفة الفريدة لجو الأرض : إن الأرض هى العالم الوحيد فى المنظومة الشمسية الذى له جو يشكل الأكسچين مكونا رئيسياً له .

وهذا يحتاج إلى شرح .

إن من السهل فهم الطابع الفريد الذى يتسم به محيط من الماء السائل ، إذ إنه يتوقف على درجة الحرارة . ففى عالم شديد السخونة ، يغلى الماء ولا يوجد إلا على هيئة بخار . وفى عالم شديد البرودة ، يتجمد الماء على الدوام فى صورة جليد . والأرض هى العالم الوحيد فى المنظومة الشمسية الذى تبقى الحرارة فيه فى النطاق السليم الصالح لإنتاج ماء سائل ، وشد الجاذبية قوى بما فيه الكفاية لاحتجازه .

وليس من السهل تفسير وجود جو ينفرد باحتوائه على أكسچين . لقد كان من السهل وجود أكسچين فى جو حارّ مثل جو الزهرة أو بارد مثل جوّ تيتان ، لو أن درجة الحرارة كانت الاعتبار الوحيد الذى يدخل فى الحسبان ، يبد أنها ليست الاعتبار الوحيد . إن الأكسچين غير موجود كغاز مستقل فى أى عالم آخر - بأى مقدار - عدا الأرض .

واللغز هو : لماذا يظهر الأكسچين فى جو الأرض ؟

إنه غاز نشط جداً ، أى أنه يتّحد بسهولة مع مواد أخرى ، وإذا ترك وشأنه فإنه يتحد بالتدريج مع مواد شتى فى القشرة الأرضية ويختفى فى النهاية .

وواقع الأمر أن الكائنات البشرية ما فتئت ، منذ نصف مليون سنة على الأقل (وخاصة فى القرن الماضى) ، تحرق الخشب وغيره من أنواع الوقود . وفى عملية الاحتراق ، تتحد ذرات الهيدروچين والكربون الموجودة فى مواد الوقود هذه مع الأكسچين الموجود فى الهواء : يتحد الهيدروچين لتكوين جزيئات من الماء ، ويتحد الكربون لتكوين جزيئات من ثانى أكسيد الكربون . وفى هذا الصدد ، فإننا وكل أشكال الكائنات الحية الأخرى نحصل على الطاقة عن طريق اتحاد ذرات الكربون والهيدروچين الموجودة فى الطعام الذى نأكله ، أو فى أنسجتنا ، مع أكسچين الهواء .

لكل هذه الأسباب ، يسعنا أن نتوقع رؤية ما يحويه الجو من الأكسچين يتناقص باطّراد ، سنة بعد سنة ، حتى ينتهى نوع الحياة التى نحياها . ومع ذلك فإن هذا لا يحدث - والنسبة المئوية للأكسچين فى جونا تظل ثابتة سنة بعد سنة . والسبيل الوحيد لتفسير هذا هو أن نفترض أن الأكسچين يتكّون باستمرار على هذا الكوكب بمعدل يوازن استهلاكه . **ولكن كيف ؟**

بدأ يظهر رد على هذا السؤال عندما قام "پريستلى" ، الذى اكتشف الأكسچين بعد ذلك ، بإجراء تجربة فى ١٧٧١ بهواء احترقت فيه شمعة إلى النهاية ، بحيث لم يعد هناك ما يحترق فيه . لقد بات الغاز المتبقى فى الإناء مكونا من النيتروچين وثانى أكسيد الكربون ليس إلا . وعندما وُضِع فيه فأر مات على الفور تقريبًا . وللتأكد مما إذا كان المزيج قاتلا لكل نوع من الأحياء ، وضع پريستلى عسلوجا من النعناع فى إناء صغير به ماء ، ووضع ذلك فى جّرة تحتوى على الهواء المحترق .

ففوجىء بأن النعناع لم يمت . والواقع أنه بدا مزدهرًا . وبعد بضعة أشهر - ظل العسلوج خلالها حيا وآخذا فى النمو - وضع پريستلى فأرًا آخر فى ما كان هواءً ميتًا ، فعاش . بل بات من الممكن الآن أن تحترق فيه شمعة من جديد .

وبدا أن ذلك يعنى أن ما كانت الحيوانات والاحتراق يستهكله ، جددته الحياة النباتية . وبعبارة أخرى ، فإن الحيوانات (والوقود المحترق) تمزج الغذاء أو الوقود بالأكسچين وتنتج ثانى أكسيد الكربون وماءً ؛ والنباتات تستهلك ثانى أكسيد الكربون والماء وتنتج أكسچينَ والموادَ الكربونية / الهيدروچينية التى تتكون منها أنسجتها . ويظل الاتجاهان فى حالة توازن .

إن التغيير الطبيعى ينتج دائمًا طاقة . ومن أجل عكس اتجاه التغيير الطبيعى يلزم **مُدخل** من الطاقة . والتغيير الطبيعى هو تحويل الكربون والهيدروچين زائد الأكسچين إلى ثانى أكسيد الكربون وماء . وذلك ينتج الطاقة التى تستخدمها الكائنات الحية فى تحقيق أغراضها . بيد أن النباتات تحوّل ثانى أكسيد الكربون والماء إلى أنسجة لها زائد أكسچين ، وذلك يعكس التغيير الطبيعى ويحتاج إلى مُدخل من الطاقة . فمن أين تحصل النباتات على الطاقة لهذا الغرض ؟

فى ١٧٧٩ أثبت الطبيب الهولندى "يان**إنجنهاوز**" (١٧٣٠-١٧٩٩) أن النباتات لا تنتج الأكسچين إلا فى ضوء الشمس . فالطاقة الشمسية ضرورية إذن لتمكين النباتات من عكس التغيير الطبيعى ، وبناء أنسجتها (كى تصلح غذاء ووقوداً للحيوانات ، بما فيها الكائنات البشرية) . ولهذا السبب تسمى العملية **التخليقالضوئى** والتسمية الإنجليزية مركبة من كلمات يونانية ، تعنى : " البناء بواسطة الضوء " .

وهذا يوضح لماذا تحوى الأرض جواً يحتوى على قدر كبير من غاز نشيط كالأكسچين ، ولماذا لا يتحد الأكسچين مع عناصر أخرى بل يختفى تماماً . فالأرض تحتوى على منظومة حياتية مزدهرة ، تشمل نباتات تنتج الأكسچين بمجرد أن يختفى

ولابد أن يعنى هذا ، أن العوالم الأخرى التابعة للمنظومة الشمسية والتى لها أجواء بلا أكسچين ، تفتقر بالضرورة إلى ذلك الغاز لأنها ليس بها منظومة حياتية مزدهرة . أو هى ، على الأقل ، ليس بها منظومة مزدهرة من نوع الحياة الموجود **لدينا** . ونحن لا نملك إلى الآن أى دليل على وجود أى نوع آخر من الحياة ، أو حتى أنه ممكن .

وهذا يعنى شيئًا آخر أيضًا . ففى الأيام التى بدأت الحياة فيها تتكون على الأرض ، لم تكن هناك حياة موجودة من قبل . وإذ لم تكن هناك حياة على الأرض ، كان من المتعذر أن يوجد أى شيء ، باستثناء نزائر من الأكسچين فى جوها ، على الأكثر . ومن ثم نخلص إلى أن الحياة تكوّنت بينما كان جو الأرض خاليًا من الأكسچين .

فماذا كان كُنه جو الأرض ، إذن ، فى ذلك الوقت ؟

يمكننا التوصل إلى بعض الاستنتاجات فى هذا الصدد ، بتأمل أنواع الذرات الموجودة فى الكون والتى كان يمكن أن تسهم فى صنع جوٍ . إن الاثنتى عشرة ذرة الأكثر شيوعًا فى الكون (طبقاً للشواهد الفلكية فى الوقت الحاضر) هى ، بالترتيب التنازلى لوفرتها : الهيدروچين (H) ، والهليوم (He) ، والأكسچين (O) ، والنيون (Ne) ، والنتروچين (N) ، والكربون (C) ، والسيليكون (Si) ، والمغنيسيوم (Mg) ، والحديد (Fe) ، والكبريت (S) ، والأرجون (Ar) ، والألومنيوم (Al) .

وذرات الهيدروچين ، وهى أبسطها جميعًا ، تشكل ٩٠ فى المائة من جميع الذرات الموجودة فى الكون ، فى حين أن ذرات الهليوم ، وهى التالية لها فى ذروة البساطة ، تشكل ٩ فى المائة من جميع الذرات . أما الأنواع العشرة الأخرى من الذرات ، فإنها تشكل فى مجموعها ما يقرب من كل الواحد فى المائة المتبقى . ويمكننا أن نتجاهل كل شيء آخر لأنه لا يوجد فى الحقيقة ذرات ، من غير هذه الاثنى عشر نوعا ، تكفى لأن يكون لها شأن رئيسى فى تركيب كوكبٍ ما ، أو فى تركيب جوّه .

ومن الاثنى عشر نوعًا من الذرات التى ذكرتها ، هناك أربعة فقط - السيليكون ، والمغنيسيوم ، والحديد ، والألومنيوم - لا تتحد مع غيرها إلا لتكوين جوامد ولا يمكن أن تسهم فى تكوين جوّ .

ومن العناصر المتبقية هناك ثلاثة - الهليوم ، والنيون ، والأرجون - لا يتحد أى واحد منها على الإطلاق مع أى عنصر آخر ، بل تظل ذراتٍ منفردة . والمجموعات المختلطة من تلك الذرات عبارة عن غازات ، ويمكن أن تسهم فى تركيب أجواء .

ومن العناصر الخمسةِ الأخيرة ، يمكن لأحدها - وهو الأكسچين - إن تواجد مع فيض وفير من الهيدروچين ، أن يتحد مع الهيدروجين ليشكل جزيئات من الماء ، يتألف كل منها من ذرتين من الهيدروچين ، وذرة واحدة من الأكسجين (H_2O) ؛ ويتحد النتروچين مع الهيدروچين لتكوين جزيئات من الأمونيا ، يتألف كل منها من ثلاث ذرات من الهيدروچين وذرة واحدة من النتروچين (NH_3) ؛ ويتحد الكربون مع الهيدروچين لتكوين جزيئات ميثان ، يتألف كل منها من أربع ذرات هيدروچين وذرة كربون (CH_4) ؛ ويتحد الكبريت مع الهيدروچين لتكوين جزيئات من كبريتيد الهيدروچين ، يتألف كل منها من ذرتى هيدروچين وذرة كبريت (H_2S) . وحتى بعد أن يتحد كل الأكسچين والنتروچين والكربون والكبريت مع الهيدروچين ، يبقى عدد غامر من ذرات الهيدروچين ، وهذه تتحد مع بعضها البعض لتكوين جزيئات من الهيدروچين تتألف كل منها من ذرتين من الهيدروچين (H_2) .

وهذه المواد الأخيرة غازية كلها فى درجات الحرارة العادية ، باستثناء الماء ، فهو سائل لكنه يتحول بسهولة إلى بخار . بناء عليه هناك ثمانية غازات وسائل واحد يمكن أن تسهم بقسط مهم فى تكوين الجو . وهى ، بالترتيب التنازلى لوفرتها : الهيدروچين ، والهليوم ، والماء ، والنيون ، والأمونيا ، والميثان ، وكبريتيد الهيدروچين ، والأرجون .

وكل جسم فلكى كبير بما يكفى لأن يكون له حقل مغناطيسى قادر على احتباس كل هذه المواد يتكون فى العادة ، كله تقريباً ، من هيدروچين وهليوم ، ويتألف جوه عادة من هاتين المادتين زائد كميات ضئيلة جدا من غازات أخرى . ويصدق هذا مثلا على الشمس التى يستطيع حقلها المغناطيسى الهائل أن يحتبس حتى الهيدروچين والهليوم ، وهما أصغر الذرات حجماً ، ويستطيع ذلك حتى فى درجات الحرارة العالية على سطح الشمس .

لكنه لا يحتبسها بشكل مطلق . فنشاط الشمس الكهربائى ، فى صورة تفجرات من الطاقة ، يستطيع أن يحطم الذرات لتخرج منها إلكترونات سالبة الشحنة ونوى موجبة الشحنة . والنوى هى الأضخم كتلةً ومن ثم الأكثر أهمية ، وتنطلق من الشمس فى كل الاتجاهات وتبث الإحساس بها فى أغوار المنظومة الكوكبية .

وهذه الجسيمات المتسارعة ذات الشحنة الكهربائية تشكل **الرياح الشمسية** . ولم يُدرك وجود الرياح الشمسية إلا فى السنوات ١٩٥٠ ، عندما بدأ استكشاف الفضاء بواسطة الصواريخ ، وأطْلَق عليها اسمها عالِم الفيزياء الأمريكى "يوچين نيومان **پاركر**" (ولد ١٩٢٧) . ولا تفقد الشمس سوى جزء لا يذكر من كتلتها يذهب إلى الرياح الشمسية ، لكن ذلك الجزء يؤدى دوراً مهمًا فى ميكانيكا المنظومة الشمسية .

ويمكن لأجسام أصغر كثيراً من الشمس أن تحتبس هى الأخرى الهيدروچين والهليوم ، وتجعلهما يشكلان كل جوها تقريبًا ، بشرط أن تكون تلك الأجسام أقل حرارة بكثير من الشمس . والكواكب الخارجية عظيمة الكتلة بما فيه الكفاية وسطحها بارد بما فيه الكفاية لاحتباس هذين الغازين . بل إن حجمها تضخم إلى هذا الحد لأنها كانت باردة نسبيًا عندما كانت آخذة فى التكوّن وتستطيع احتباس هذين الغازين الوفيرين . وزادت ضخامةُ حجمها قدرتَها على الشد بفعل الجاذبية ، بل يسّر عليها ذلك جمعَ المزيد من الغازات . و"تأثير كرة الثلج " هذا هو الذى أنتج الكواكب العملاقة المشترى وزحل ويورانوس ونپتون ، وكلها بها أجواء من الهيدروچين - الهليوم .

ولكن ماذا عن الكواكب القريبة نسبيًا من الشمس ؟ لقد كانت أشد حرارة بكثير من الكواكب الخارجية ، ولم يكن باستطاعتها الإمساك بذرات الهيدروچين والهليوم الدقيقة إلا بقدر ضئيل للغاية . كانت مكّونة فى الأساس من سيليكون ، ومغنسيوم ، وحديد ، وألومنيوم ، وعناصر أخرى أقل منها شيوعًا وقادرة على تكوين جوامد فلزية أو حجرية تستطيع التماسك عن طريق قوة الترابط الكيميائى ، ولا تعتمد على شد الجاذبية للحفاظ على سلامة كيانها الأصلى . ونظراً لأن هذه العناصر نادرة ، بالقياس إلى غيرها ، فإن الكواكب القريبة من الشمس أصغر كثيراً من الكواكب العملاقة الخارجية .

وإذا لم يكن كوكب ساخن ما أصغر من اللازم ، فبإمكانه أن يحتبس بعضًا من المواد الغازية المألوفة ، لأن ذرات وجزيئات تلك الغازات قد تنحو إلى الاتحاد بشكل فضفاض مع بعض الجوامد الصخرية أو الفلزّية ، والانجذاب إلى داخل الكوكب الآخذ فى التكوّن . ولم تتحد غازات الهليوم والنيون والأرجون مع أى عناصر على الإطلاق ، وأفلتت بسهولة أكبر مما فعلت الغازات الأخرى ، بحيث لا تملك الأرض اليوم سوى

كميات صغيرة جداً من هذه الغازات في جوها . ونرجح أيضاً أن قليلا جداً من الهيدروجين الغارى وقع فى فخ الانجذاب . وقد اكتسحت الرياح الشمسية هذه الغازات الخفيفه التى عجزت قوة شد الجاذبية الأرضية عن التقاطها ، وألقت بها بعيداً على المشرف الخارجية للمنظومة الشمسية ، ومن هناك التقطت الكواكب العملاقة بعضها على الأقل .

ومع انضغاط الأرض على بعضها فى سياق عملية التكوين وازديادها تلبّداً ، أُقصِيت المواد السائلة والغازية عنوة إلى خارجها . وطُردت الجزيئات المائية إلى الخارج وكونت محيطًا فى الأحواض الأشد انخفاضا . وطُرد غازا الأمونيا والميثان زائد قليل من كبريتيد الهيدروچين لتشكل الجو وانضاف إليها بخار الماء . وكانت هذه الجزيئات كبيرة بما يكفى لأن تحتبسها قوة شد الجاذبية الأرضية .

ويكننا تسمية جو الأرض الناتج على هذا النحو والمكون من الأمونيا والميثان وبخار الماء زائد قليل من كبريتيد الهيدروچين ، **الجو ١** ، ومن المحتمل أنه ما كان ليبقى مدة طويلة لأنه كان على الأرجح غير مستقر لقربه من الشمس . كان مصير جزيئات الماء التى تنفذ إلى الطبقات العليا من الجو أن تتحطم بتأثير الأشعة فوق البنفسجية للشمس . (ويسمى هذا **التحلل الضوئى** ، والاسم العلمى مشتق من كلمات يونانية تعنى : « التحطم بفعل الضوء » .)

والمرجح أن جزيئات الماء انقسمت إلى مكوناتها وهى ذرات الهيدروچين والأكسچين ، وما كان الحقل المغناطيسى للأرض ليحتبس الهيدروچين الذى يتسرب إلى الخارج . لكنه احتبس الأكسچين .

بيد أن الأكسچين نشيط كيمياتيا ، فهو يجذب ذرات الهيدروچين بعيداً عن جزيئات الأمونيا ويعيد تكوين الماء ، بينما يُترك الهيدروچين وشأنه . أما ذرات النتروچين فهى غير نشيطة . إنها تميل فقط إلى التضاعف ، فتتشكل جزيئات نتروچين مكونة من ذرتى نتروچين (N_2) .

كما أن الأكسچين يجذب ذرات الهيدروچين بعيداً عن جزيئات الميثان ، وبذلك يعيد تكوين الماء ويتحد مع ذرات الكربون لتكوين ثانى أكسيد الكربون ، بجزيئات مكونة من

ذرة كربون وذرتى أكسچين (CO_2) . ويجذب الأكسچين ذرات الهيدروچين بعيداً عن كبريتيد الهيدروچين ، ويعيد تكوين الماء ، ويتحد مع الكبريت لتكوين ثانى أكسيد الكبريت ، بجزيئات مكونة من ذرة كبريت وذرتى أكسچين (SO_2) .

والمرجح أن ثانى أكسيد الكربون وثانى أكسيد الكبريت استطاعا أن يتحدا مع المادة الصخرية لقشرة الأرض الصلبة ، واستطاعا أيضًا أن يذوبا فى البحر المحيط الأرضى . وتسنى على هذا النحو إزالة كل ثانى أكسيد الكبريت من الجو ، عدا بعض أثار طفيفة منه . أما ثانى أكسيد الكربون الأوسع انتشاراً بكثير ، فالمرجح أنه بقيت مقادير كبيرة منه فى الجو .

ونتيجة كل هذه التغيرات هى تحّول الجو إلى جو مؤلف من النتيروچين وثانى أكسيد الكربون زائد بخار الماء ، ويمكن تسمية ذلك **جوّالأرض ٢** .

وإلى جانب الشمس والكواكب العملاقة الأربعة ، وبها كلها أجواء من الهيدروچين/الهليوم ، هناك أربعة عوالم فى المنظومة الشمسية لها أجواء ، وهى : الزهرة ، والمريخ ، وتيتان ، والأرض .

ومن هذه ، تمتلك كل من الزهرة والمريخ جوا من النتروچين / ثانى أكسيد الكربون . أما تيتان الذى يبعد عن الشمس أكثر كثيرا من ذينك الكوكبين الداخليين (القريبين) والذى تصله أشعة الشمس فوق البنفسجية بتركيز أقل كثيراً ، فهو فى هذا الصدد بين بين . إن جوه يتألف من نتروچين/ميثان .

وعلى الأرض ، بدأت الحياة بينما كان بها " الجو ١ " أو " الجو ٢ " (أو ربما فى المرحلة الانتقالية بينهما) . وبمجرد أن بدأت الحياة ، سرعان ما ظهرت طريقة جديدة لتكوين الأكسچين ، أسرع وأكفأ كثيراً من أسلوب التحلل الضوئى . وهذه الطريقة الجديدة ، وهى التخليق الضوئى ، أنتجت الأكسچين على حساب ثانى أكسيد الكربون بحيث أصبح للأرض (وحدها دون سائر الكواكب) فى نهاية المطاف جو من النتروچين/الأكسچين ، يمكن أن نسميه " **الجو ٣** " .

فلنعد إذن ، عند هذه النقطة ، إلى مسألة بدايات الحياة .

- 21 -

الحياة

لقد تتبعنا الحياة رجوعاً إلى أبسط شكل معروف لها - وهو الڤيروس - ووجدنا أنه يتألف من البروتين النووى ، أى اتحاد من الحمض النووى والبروتين . فإن شئنا الآن أن نزداد توغلا إلى الوراء ، صوب بدايات الحياة من أى نوع ، فعلينا أن ننظر فى هذين النوعين من المواد ، ولنبدأ بالبروتين .

فيما قبل الأزمنة الحديثة ، كان هناك اتجاه للنظر إلى الغذاء كغذاء . فالأغذية تختلف عن بعضها البعض من حيث الطعم ، ولكن قد ينظر إلى ذلك على أنه موضوع ذاتي محض . وكان يبدو أنه ، فى مسغبة ، يكفى أى نوع من الطعام لايحتوى على سم لكى يقوم بأَوَد الإنسان .

وقد ثبت فى ١٨١٥ أن هذا خاطئ . كانت فرنسا قد مرت بثورة وبربع قرن من الحروب - وكانت حالة الفقراء بائسة . فأخذ عالم الفسيولوچيا الفرنسى «فرانسوا **ماچندى**» (١٧٨٣-١٨٥٥) على عاتقه مهمة تبيان ماإذا كان يمكن الحصول على طعام مغذٍ من الهُلام (الچيلاتين) الذى يمكن استخراجه بتكلفة قليلة من قطع من اللحم لاتصلح لاستخدامها فى أى غرض آخر .

فوجد أن الإجابة بالنفى . ذلك أن الحياة لايمكن أن تدوم بالچيلاتين وحده . ومن الواضح أن بعض الأغذية أفضل من أغذية أخرى .

وحفز هذا إلى إجراء بحوث كثيرة فى مختلف مكونات المواد الغذائية ، وفى ١٨٢٧ قسم عالم الكيمياء الانجليزى «وليم **پراوت**» (١٧٨٥-١٨٥٠) الغذاء إلى ثلاثة مكونات رئيسية : الدهون ، والكربوهيدرات ، وماكان يسمى آنذاك «المواد الزلالية» . (وقد سميت كذلك لأنها وجدت فى بياض البيض أى الـ «ألبومين» ، من كلمة لاتينية تعنى «أبيض») .

ومن هذه الأنواع الثلاثة من المواد ، كانت الدهون والكربوهيدرات مؤلفة من ذرات كربون وهيدروچين وأكسچين لاغير . وتحتوى المواد الزلالية على هذه الأنواع الثلاثة زائد نتروچين وأحيانا كبريت . وزيادة على ذلك ، بدا أن المواد الزلالية أكثر تعقيداً وتنوعاً فى بنيتها الكيميائية من النوعين الآخرين من المواد .

وقد درس عـالم الكيـميـاء الهولندى «جيـراردس يوهانّس **مولدر**» (١٨٠٢-١٨٨٠) البنية الكيميائية للمواد الزلالية ، وفى ١٨٣٨ خلص إلى أنها تتكون من مجموعة بنائية قاعدية **Basic Building Block** تنضاف إليها مـقادير شتى مـن البنى المعدلة **Modifying Structures** . فأطلق على الكتلة البنائية الأساسية اسم پروتين **Protein** من كلمة يونانية تعنى «الأول» ، لأن هذه الكتل البنائيـة هـى التى يقـوم على أسـاسـهـا بنيـان المـواد الزلالية . وقد اتضح أن تخمينات مولدر غير سليمة تماما ، لكن الاسم بقى وأخذ يطلق على المواد الزلالية ككل ، فعرفت منذئذ باسم البروتينات .

وقـد أثبـتت الدراسـات المتـواليـة للجزيئـات البـروتينيـة أنهـا جـزيئـات بوليـمرية أو بوليمرات من كلمتين يونانيتين، معنـاهمـا «أجزاء متعددة» . ويطلق هذا الاسم على أى جزئ عملاق مكون من وحدات (أو «أجزاء») صـغيرة مكلّبة سويا . فـالنشـاء والسليلوز جزيئات بوليمرية مكونة من وحدات كثيرة من **الجليكوز** ، وهو سكر بسـيط التكوين. والمطاط جزئ پوليـمرى مكون من وحـدات عديدة من هيدروكربون بسـيط (مـؤلف من ذرات هيـدروچين وكـربون فـقط) يسـمى **أيزوپرين** . والألياف الپلاستيكية والتركيبية الحديثة جزيئات پوليمرية مكونة من هذه الوحدة البسيطة أو تلك .

وفى معظم البوليمرات يوجد وحدة واحدة فقط ، تتكرر المرة بعد المرة . وفى بعض الأحيان تكون هناك وحدتان مـختلفتان تتكرران بالتناوب فى كل السلسلة . وفى حالات نادرة جدا تشترك أكثر من وحدتين فى تكوين پوليمر واحد .

وقـد اتضـح أن جـزيئـات البـروتين تتكون من وحـدات تسمى **الأحماض الأمينية** ، تحـتوى على ذرات من الكربون والأكسـجين والنتـروجـين (زائد الكبـريت ، أحـيـانا) . والذى يجعل البروتينات مـختلفة تمامـا عن سائر البـوليمرات هو أن الأحمـاض الأمينية التى تتكون منهـا جزيئـات البـروتين تتـأتى فى **عشرين** نوعـاً مـختلفـاً . وأى جزئ من البروتين يجوز أن يحوى - كجزء من بنيته - بعضاً من كل نوع من الأحماض الأمينية .

وفى خـلال فترة تـزيد عن القرن ، جرى عزل هذه الأحمـاض الأمينية عن بروتينات شتى ، وتحديد تركيبها . وكان أول حمض أمينى أخضع للدراسة تولى عزله فى ١٨٢٠ العالم الفرنسى «هنرى **براكونو**» (١٧٨١-١٨٥٥) . وآخر حامض أمينى هو **الثريئونين** **Threonine** وقـام بعـزله عـالم الكيـمـيـاء الحـيـوية الأمـريكى «وليم كـمنج **روز**» (١٨٨٧-١٩٨٥) فى ١٩٣٥

وهذا العدد الكبير من وحدات الأحماض الأمينية المختلفة له أهميته . ذلك أنه يمكن وضع الوحدات المختلفة من الأحماض الأمينية فى أى ترتيب ، وكل ترتيب مختلف ينتج جزيئا له خصائصه المتميزة . وإذا بدأنا بواحد فقط من العشرين نوعا ، فإن هذه الأنواع العشرين سوف تكفى لتشكيل (صدق أو لا تصدق) نحو اثنين ونصف مليار المليار من الترتيبات المختلفة ، وبالتالى ، من الجزيئات المختلفة .

لنفرض أننا ننظر فى جزئ الهيموجلوبين (المستقر فى كريات دمنا الحمراء والذى يؤدى مهمة نقل الأكسچين من الرئتين إلى كل خلايا الجسم) . إنه يحتوى على ٥٣٩ حمضا أمينيا ، يدخل ضمنها عدد كبير من كل من العشرين نوعا . إن عدد الترتيبات المختلفة التى يمكننا أن نضع فيها تلك المئات من الأحماض الأمينية يعادل الرقم ١ وعلى يمينه ٦٢٠ صفرا . وعدد كل الجسيمات دون الذرية فى كل الكون المعروف يكاد يكون صفرا إذا ماقورن بهذا العدد الضخم . غير أن ترتيبا واحدا هو المطلوب كى يؤدى الهيموجلوبين وظيفته على خير وجه . ووجود خطأ فى حامض أمينى واحد فى اليحمور (الهيموجلوبين) كفيل بأن ينتج جزيئاً يعمل بطريقة معيبة خطرة .

لم تكن معظم البروتينات التى دُرست أول الأمر واسعة الشهرة من حيث نفعها للحياة . كانت إلى حد كبير ذات طبيعة بنائية :**الكيراتين** فى الشعر ، والأظافر ، والحوافر ، والمخالب ، والبَشَرَة ، والريش ؛**والكولاچين** فى الأوتار والنسيج الضام ، وهلم جرا . ومثل هذه البروتينات لاتختلف كثيرا من شخص لآخر . بل حتى من نوع لنوع .

لكن الذى بدا أقرب بكثير شبها بالحياة هو ماسمى فى بادئ الأمر **الخمائر** . وكانت الخمائر معروفة فى أزمنة ماقبل التاريخ ، إذ إن الخميرة كانت تخمر عصائر الفاكهة والحبوب المنقوعة والعجين، فتنتج الكحول وفقاعات من الغاز ، ومن بعدها النبيذ والبيرة والخبز الطرى .

وفى أوائل القرن التاسع عشر غدا مفهوما أن ثمة خمائر فى النسيج الحى ، وهى مواد يمكن أن تسبب كميات صغيرة جدا منها بعض تغيرات كيميائية سريعة محددة ، يمكن أن تتم ببطء شديد فى غياب تلك الخمائر . وهذا مثال لما يشار إليه بصفة عامة بكلمة **الحفز** .

كان أول مخمِّر عُزِل ودُرس هو **الدياستاز** . وقد استخلصه عالم الكيمياء الفرنسى «أنسلم **باين**» (١٧٩٥-١٨٧١) من الحبوب ووجد أنه يسبب ، أو يحفز ، الانحلال السريع للنشاء وتحوله إلى سكر .

وبعد ذلك بسنة ، عزل شڤان (أحد **مؤسسى** نظرية الخلية) أول خمير حيوانى . كان مصدره غشاء المعدة ، فسماه پيسين من كلمة لاتينية معناها «هضم» ، لأنه يحفز هدم جزيئات البروتين وتحولها إلى قطع أصغر .

وفى ١٨٧٦ اقترح عالم الفسيولوچيا الألمانى «ڤلهلم **كونه**» (١٨٣٧-١٩٠٠) قصر استخدام كلمة خمير على المحفزات الفاعلة فى الخلايا الحية فقط . أما الخمائر التى يمكن عزلها وتفعيلها خارج الخلايا فينبغى فى رأيه تسميتها أنزيمات من كلمتين يونانيتين معناهما «فى الخميرة» **In Yeast** ، لأنها تنشط خارج الخلايا كما أن الخمائر **ferments** تنشط داخل الخلايا مثل الخميرة **Yeast** .

غير أن عالم الكيمياء الألمانى «ادوارد **بوخنر**» (١٨٦٠-١٩١٧) أثبت أن من الممكن مهك خلايا الخميرة ، وتمزيق جدران خلاياها ، وإطلاق البروتوبلازما الذى بداخلها . ولم يترك خلية واحدة سليمة، ومع ذلك كان باستطاعة السائل الذى حصل عليه أن يؤدى كل العمل الذى تؤديه الخلايا السليمة . وبات واضحا أن أى شئ يستطيع أن ينشط داخل الخلية يستطيع أن ينشط أيضا خارج الخلية . وأصبح **لفظ إنزيم** عام الدلالة على أى حافز وثيق الصلة بنسيج حى .

ومع استمرار البحوث اتضح أنه من الوجهة العملية كل تفاعل كيميائى يجرى فى نسيج حى يتم بواسطة إنزيم - إنزيم مختلف لكل تفاعل .

ومن ثم نشأ التساؤل عما يمكن أن تكونه الإنزيمات من الوجهة الكيميائية . وبدا منطقيا أن يفترض أنها پروتينات ، لأن للبروتينات وحدها نوع البنية القادرة على إنتاج الآلاف المؤلفة من الجزيئات المختلفة - ولكن بينها قرابة - واللازمة لكل الانزيمات التى يبدو أنها ماثلة فى كل صور الحياة . غير أن الكيميائى الألمانى «ريتشارد **ڤيلشتاتر**» (١٨٧٢-١٩٤٢) برهن خلال السنوات ١٩٢٠ على أنه ثابت أيضا أن محاليل الإنزيمات التى تتجلى فيها خصائص حافزة واضحة، تعطى نتائج سلبية عندما تجرى عليها أدق الاختبارات المعروفة بشأن البروتين .

ولم يكن هذا مقنعاً حقاً ، إذ إن المحفزات نشيطة فى تركيزات صغيرة، إلى درجة أن الإنزيمات قد تكون بروتينات، لكنها ماثلة بمقدار ضئيل للغاية لتتفاعل لدى إجراء الاختبارات . ففى ١٩٢٦ كان عالم الكيمياء الحيوية الأمريكى جيمس باتشللر **سمنر** (١٨٨٧-١٩٥٥) يشتغل على مستحضرات لإنزيم يسمى **باولاز** urease ، فركز المستحضر بعناية وزاد إثراءه تدريجيا بالإنزيم ، إلى أن حصل على بلورات صغيرة جدا . وعندما أذيبت تلك البلورات فى الماء ظهرت فيها بقوة خصائص الباولاز . وفى تلك الأوضاع كان الإنزيم مركزا بما فيه الكفاية بحيث ثبت لدى اختباره أنه فى طبيعته بروتين، ولاسبيل إلى الخطأ فى الاستنتاج .

وفى غضون السنوات القليلة التالية تمت بلورة إنزيمات أخرى ثبت أيضا أنها بروتينات . وسرعان مااتضح أن كل الإنزيمات بروتينات .

عندئذ بات من الممكن إدراك أهمية البروتينات . فقد اتضح أن الإنزيمات الفردية فى كل خلية هى المتحكمة فى شتى التفاعلات الكيميائية المتشابكة داخل الخلية . ولأن أحد الإنزيمات قد يكون موجوداً والآخر غائباً ، أو لأن أحدها موجود بتركيز أكبر والآخر بتركيز أقل ، أو لأن أحدها أكثر كفاءة والآخر أقل كفاءة ، أو لأن أحدها مغلف والآخر مستثار ، لهذه الأسباب توجد خلايا ذات خصائص مختلفة وقدرات متباينة .

ذلك هو السبب فى أن بعض الخلايا خلايا عضلية وبعضها خلايا عصبية وبعضها خلايا كبدية وهلم جرا . وذلك أيضا هو السبب فى أن بعض الخلايا خلايا كبد فئران وبعضها خلايا كبد جرذان وبعضها خلايا كبد سمك مكريل وبعضها خلايا كبد إنسان .

وذلك أيضاً هو السبب فى أن خلية البيضة يمكن أن تتطور إلى دب رمادى وأخرى إلى حوت ضُلْفِن . لقد اتضح أن خلايا البيض متشابهة لكن محتواها من الإنزيمات مختلف . وذلك هو السبب فى أن مظهر أحد الأنواع يختلف عن مظهر نوع آخر ، وفى أن الفرد داخل النوع الواحد يختلف مظهرا عن فرد آخر من النوع نفسه .

وبطبيعة الحال فإن أنماط الإنزيمات فى خلايا أفراد مختلفين ينتمون لنوع بعينه ، أوثق تشابها فيما بينها من تشابه أنماط الإنزيمات فى أنواع مختلفة . وفى داخل النوع الواحد تتشابه أنماط الإنزيمات ، لدى مختلف أفراد أسرة بعينها ، تشابهًا أوثق من تشابه أنماط الإنزيمات لدى أفراد ليست بينهم علاقة قربى .

ولكن ما الذى يتحكم فى طبيعة الإنزيمات فى جسم بعينه ؟ وما الذى يجعل من المؤكد أن يكون لإنزيمات الطفل شبه وثيق جداً بإنزيمات والديه ؟

بحلول السنوات ١٩٣٠ بدا واضحاً تماماً أنه لابد أن الكروموسومات تتحكم بشكل ما فى طبيعة الإنزيمات . فالمولود يرث نصف مجموعة الكروموسومات من أحد والديه ونصف المجموعة من الوالد الآخر ، ومن ثم يشبه كلا من الوالدين - ولكن ليس بدقة .

فكيف تحدد الكروموسومات ما الإنزيمات التى سوف تحتوى عليها خلية جديدة أو كائن حى جديد ؟ إن الكروموسومات هى أيضا بروتين ، بل بروتين نووى على وجه الدقة . وفى البداية لم يهتم علماء الكيمياء الحيوية اهتماما يذكر بشِقّ الحامض النووى فى الكروموسوم . وكان رأيهم أنه ليس من غير المألوف - على أى حال - أن تؤدى البروتينات عملها بالاشتراك مع الجزيئات غير البروتينية .

بيد أن الجزيئات غير البروتينية تكون دائما أبدا أبسط كثيرا فى بنيتها من البروتين ذاته . والجزئ غير البروتينى ، واسمه المجموعة البروستيتية prosthetic group ، أو مشارك الإنزيم Coenzyme ، قد تكون له وظيفة ثانوية ، لكن الجزئ البروتينى ذاته هو الذى يمتلك دائما (أو هكذا بدا) القدرة على أن يتنوع تنوعا هائلا ويتيح التفرقة بين الكائنات الحية وبعضها البعض ، وبين الأنواع وبعضها البعض .

وفى البداية بدا أيضًا أن الأحماض النووية أبسط كثيراً من البروتينات . فهى أيضا جزيئات بوليمرية ومكونة من وحدات بسيطة نسبياً تسمى **نوكليوتيدات** أو نويديدات[1] nucleotides . ومن المسلم به أن النويديدات أكثر تعقيدا من الأحماض الأمينية التى تتألف منها البروتينات ، لكن لايوجد سوى أربع نويديدات مختلفة تشكل الأحماض النووية . وحتى أربع وحدات مختلفة فى جزئ بوليرى أمر استثنائى جدا ، ولكن كيف يمكن مقارنتها بالعشرين حامضا أمينيا المختلفة التى تتألف منها البروتينات ؟

إن النويديدات المختلفة لها أسماء بطبيعة الحال ، ولكن لا أهمية فى هذا الكتاب للخوض فى أى مصطلحات يمكن تجنبها دونما ضرر . وبما أن علماء الكيمياء الحيوية يشيرون عادة إلى النويديدات المختلفة بالحروف الأولى لأسمائها ، فإن هذا يكفينا .

(١) مقابل نقترحه (م) .

وعلى هذا نقول إن كل جزيء دنا يحتوى على أربع نويديدات مختلفة رموزها [1] : A, G, C, T وكل جزيء رنا يحتوى على أربع نويديدات مختلفة رموزها: A, G, C, U.(و T و U شديدا التشابه ، لكن حتى أدنى فارق يمكن أن يكون مهمًا فى كيمياء الحياة) .

وقد ساد لمدة طويلة الاعتقاد بأن كل حامض نووى يتألف من أربع نويديدات فقط ، بواقع نويديدة واحدة من كل صنف . وكان الظن أن هذا من شأنه أن يجعل جزيئات الحامض النووى أصغر كثيراً من جزيئات البروتين، وأن يعزز الفكرة القائلة إن البروتين وليس الحامض النووى هو المكون المهم للكروموسومات .

ولابد من الاعتراف بأنه كانت هناك بعض الشواهد المحيرة . فالكروموسومات الموجودة في خلايا مختلفة يمكن أن تحتوى على مقادير مختلفة من البروتين ، لكنها تحتوى دائما على مقدار ثابت من الأحماض النووية . والخلايا المنوية صغيرة جدا بحيث يسعنا أن نتصور أن عليها أن تتخلص من كل ماليس أساسيا – ومحتواها من البروتين صغير إلى حد غير مألوف ، لكن محتواها من الحامض النووى يظل مع ذلك ثابتا .

والأكثر من هذا أن علماء الكيمياء الحيوية بدأوا يدركون أن الأساليب العادية لعزل الحامض النووى تقريبية للغاية . وباستخدام تلك الأساليب ، توصلوا لا إلى الجزيئات ذاتها، بل إلى مزق صغيرة منها . وبمجرد استخدام أساليب أكثر تهديبا ، تبين أن جزيئات الحامض النووى السليمة مساوية تماما فى الحجم لجزيئات البروتين ، بل أكبر منها .

ومع ذلك كان من الصعب التخلى عن فكرة أن البروتينات هى الجزيئات المركزية للحياة ، فجاء الرد من البكتريولوچيا .

كان البكتريولوچيون يجرون تجارب على سلالتين من بكتريا مسببة للالتهاب الرئوى . كان لإحدى السلالتين غشاء رقيق ناعم حول كل خلية بكتيرية فسميت السلالة السلالة -S S-strain (أى «الناعمة» Smooth). وكانت السلالة الأخرى تفتقر إلى الغشاء الرقيق فسميت السلالة -R R-strain أى «الخشنة» Rough. وبدا فى الظاهرأن السلالة -S

(١) هذه الرموز هى الحروف الأولى من أسماء النويديدات : Adenine الأدنين ، Guanine الجوانين ، Cytosin السايتوزين ، Thyamine الثايمين ، Uracyl اليوراثيل (م) .

تحتوى على كسرة كروموسوم ، أى على چين ، ينتج الغشاء ، فى حين أن السلالة R- تفتقر *إلى ذلك الچين* .

وفى ١٩٢٨ اكتشف العالم البكتريولوچى البريطانى «فريد **جريفث**» (١٨٨١-١٩٤١) الذى كان أول من تعامل مع هاتين السلالتين ، أنه إذا اختلطت بكتريا ميتة من السلالة S- مع سلالة R- حية ، فإن السلالة R- تولد أغشية . وذلك ما أشعر ظاهريا أنه حتى لو كانت بكتريات الفصيلة S- ميتة ، فإن الجين الموجود داخلها والذى ينتج الأغشية مازال يستطيع أداء مهمته . فسمى هذا الچين مصدر التحويل **transforming principle**

وقد أجرى الطبيب الكندى - الأمريكى «أوزوالد تيودور **إيڤرى**» (١٨٧٧-١٩٥٥) تجارب على البكتريات من السلالة S- ، محاولا عزلها وتنقية مصدر التحويل ونجح أخيرا فى ١٩٤٤ فى الحصول على مستخرج لايحتوى على بروتين على الاطلاق . كان لايحتوى إلا على **دنا** ومع ذلك أفاد ذلك المحلول من **دنا** فى إحالة الفصيلة R- إلى الفصيلة S- . فكان هذا أول علامة على أن الحامض النووى ، وليس البروتين ، هو الجزء الفاعل فى الچين .

وبما أن عدد الكروموسومات يتضاعف داخل الخلية أثناء انقسامها ، فلابد أن يكون فى كل كروموسوم جهاز ما لتكوين نسخة مطابقة منه بحيث يكون للخلايا الوليدة نفس الچينات الموجودة فى الخلية الأم . وكل الدراسات التى أجريت على البروتينات طوال القرن الماضى ، لم تظهر أبدا أن أى واحد منها يملك القدرة على إنتاج نسخة مطابقة منه . وإذا كان دنا ، وليس البروتينات ، هو المكون الرئيسى للچينات والكروموسومات ، ألا يحتمل أن يكون دنا قادرا على إنتاج نسخة مطابقة من نفسه ؟

بدأ الكيميائيون يدرسون بالتفصيل البنية الجزيئية للحامض النووى كى يتبينوا كيف يمكن أن يتم هذا الإنتاج للنسخة المطابقة . فمثلا فى سنة ١٩٤٨ ، وجد عالم الكيمياء الحيوية النمساوى الأمريكى إروين **شارجاف** (ولد ١٩٠٥) أنه فى جزيئات **دنا** ، تتواجد نويديدات A- بنفس أعداد نويديدات T- ، فى حين أن نويديدات G- تتواجد بنفس أعداد نويديدات C- .

وفى غضون ذلك كانت عالمة الكيمياء الفيزيقية الإنجليزية «روزالند إلزى **فرانكلين**» (١٩٢٠-١٩٥٨) تلتقط بالأشعة السينية صوراً فوتوغرافية حائدة لبلورات من **دنا** .

ومن الطريقة التى كانت الاشعاعات السينية تلكز بها الجزئ ، كان من الممكن استنتاج قسماتها التكرارية .

وقد شاهد عالم الكيمياء الحيوية الأمريكى «جيمس ديوى **واطسن**» (المولود ١٩٢٨) الصور التى التقطتها فرانكلين . فاستخدمها هو وعالم الفيزيقا البريطانى «فرانسيس **كريك**» (ولد ١٩١٦) فى استنباط بنية الـ**دنا** فى ١٩٥٣ . وهى تتألف من خيوط من النويديدات كل منها مصفوف فى حلزون (فى شكل نابض أو سوستة السرير ، أو سلم حلزونى) . والحلزونان مضفران (حلزون مزدوج) بحيث تتوافق دائما نويديدة -T على أحد الحلزونين مع نويديدة -A على الحلزون الآخر ، وتتوافق دائما نويديدة -C على أحد الحلزونين مع نويديدة -G على الحلزون الاخر . (فكان هذا توضيحا لملاحظات شارجاف.) .

كانت كل نويديدة ، من زاوية معينة ، الوجه السالب للآخر ، بحيث يمكن تسمية إحداهما الحلزون (+) (أى الموجب) والأخرى الحلزون (–) (أى السالب) . وفى أثناء انقسام الخلية يتداخل الحلزونان ويشكل كل منهما نموذجا يتكون على غراره حلزون جديد ، مع انجذاب الألفات A والتاءات T دائمًا نحو بعضهما البعض ، والـ G والـ C تفعل نفس الشئ . فالحلزون (+) الأصلى يكون على نفسه حلزونا (–) آخر ، فى حين أن الحلزون (–) الأصلى يكوّن على نفسه حلزونا (+) آخر . والمحصلة النهائية هى أنك ، بدلا من حلزون واحد مزدوج ، تحصل على حلزونين مزدوجين . وكلا الحلزونين الوليدين متشابهان بالضبط ، وكلاهما يشبه الأصل . وعلى هذا النحو يتم تكوين النسخة المطابقة .

ورغم أن المفروض ، من الوجهة المثالية ، أن يفضى توليد نسخة مطابقة إلى إنتاج جيل بعد جيل من جزيئات **دنا** متطابقة تماما فيما بينها ، فواقع الأمر أن ثمة أسبابا عديدة لتسلل أخطاء طفيفة . ونتيجة لذلك يتوالى إلى مالا نهاية إنتاج جزيئات مختلفة من **دنا** . ومعظم تلك الجزيئات عديمة الفائدة ، ولكن من وقت لآخر ينتج جزىء واحد مفيد . وهذه الأخطاء التى تشوب عملية إنتاج النسخ المطابقة هى التى تحدث تغييرات طفيفة تسمى **طفرات** ، والطفرات عامل مهم فى التطور .

ويبدو أن تكرار إنتاج وحدات **دنا** متطابقة يقدم تفسيرا مرضيا لمبادئ الوراثة ، ومن الصعب ألا نفترض أن جزيئات **دنا** تتحكم فى إنتاج الإنزيمات . ولكن **كيف** تفعل

جزيئات دنا ذلك ؟ إن سلاسل دنا مكونة من أربع نويديدات مختلفة ، وسلاسل الإنزيمات مكونة من عشرين حامضا أمينيا . فكيف تنتج أربع نويديدات عشرين حامضا أمينيا ؟

إن اللغز لا ينشأ إلا إذا افترضنا أن كل نويديدة يجب أن تتوافق مع حامض أميني ما . لكن هذا لن يثمر بشيئا . ومع ذلك ماذا يحدث لو انصرف تفكيرنا إلى مجموعات من النويديدات ؟ لنفرض أننا نأخذ في الاعتبار «ثلاثيات» triplets من النويديدات أي ثلاث نويديدات متجاورة . بما أن النويديدات يمكن أن ترد الواحدة منها تلو الأخرى في أي ترتيب ، فمن الممكن أن تأتي أية واحدة من الأربع في المركز الأول ، وأي واحدة من الأربع في المركز الثاني ، وأي واحدة من الأربع في المركز الثالث . ذلك يتيح وجود ٤×٤×٤ أي ٦٤ ثلاثية مختلفة : **أأأ ، أأج ، أأس ، أأت ، أج أ** ، وهلم جرا .

فإذا اتحد كل «ثلاثي» بحامض أميني بعينه ، كان لنا عدد كاف من الثلاثيات يتيح تخصيص اثنين أو ثلاثا منها لكل حامض أميني . والنمط الناجم على طول جزء ولو صغير جدا من الـ **دنا** الذي يحتوي عليه أحد الكروموسومات يكون شديد التعقيد بما يكفي لإنتاج نموذج pattern إنزيم ما . فكل چين مسئول إذن عن إنتاج إنزيم ما ، والمحتوى الإنزيمي لخلية ما يحدد خواص وقدرات تلك الخلية . وتكرار الـ **دنا** بحذافيره يضمن أن تجئ خواص وقدرات الخلية الوليدة هي خواص وقدرات الخلية الأم ، وأن تكون خواص وقدرات المولود هي خواص وقدرات والديه .

وفي السنوات التي أعقبت ١٩٥٣ ، حل علماء الكيمياء الحيوية رموز الشفرة الچينية (الوراثية) بتحديد ماهو ثلاثي النويديدات المقابل لكل حامض أميني .

ومن المسلم به أن جزيئات الـ **دنا** موجودة في النواة ، في حين أن الريبوسومات ، وهي مراكز تصنيع الإنزيمات ، موجودة في السيتوبلازم . والمعلومات الموجودة في الـ **دنا** لابد أن تنتقل بطريق ما إلى السيتوبلازم .

ويتم هذا لنقل معلومات الـ **دنا** إلى الـ **دنا** ، طالما أن الـ **رنا** موجود في النواة وفي السيتوبلازم معا . وحلزون **دنا** يستطيع إنتاج جزئ من **رنا** ذي بنية مطابقة لبنيته . وهذا الـ **رنا** – الرسول يحمل نموذج الـ **دنا** إلى الريبوسومات . وهناك يلتصق العديد من جزيئات الـ **رنا** الصغيرة نسبيا بالـ **رنا** – الرسول . وتكون جزيئات الـ **رنا** الصغيرة

من عدة أنواع، لكل نوع منها القدرة على التوافق مع ثلاثي واحد بعينه . ويستطيع الطرف الآخر من جزئ الـ **رنا** أن يتواءم مع حامض أمينى واحد بعينه . ثم تتحد الأحماض الأمينية المختلفة على الريبوسوم وتحمل فى داخلها نموذج الـ **دنا** على النحو الذى تحول به إلى أحماض أمينية . وجزيئات الـ **رنا** الصغيرة التى تنقل معلومات الحمض النووى فى أحد طرفى بنيتها إلى معلومات الحامض الأمينى فى طرفها الآخر تسمى الـ **رنا -الناقل** .

ومن ثم قد يبدو أننا ، إذا ماتحدثنا عن بدء الحياة ، يمكننا إيجازه فى أنه ظهر بطريقة ما إلى حيز الوجود جزئ من **دنا** معقد بما يكفى لأن يكون قادرا على أن تصدر عنه نسخة طبق الأصل منه . وانطلاقا من ذلك يتوالى كل شئ آخر .

لكن الأمر ليس بهذه السهولة . فالـ **دنا** جزئ بالغ التشعب والتعقيد ، ويحتاج لكى يؤدى عمله إلى مساعدة الإنزيمات . وهذا يقودنا إلى موقف شبيه بقصة البيضة والدجاجة : لكى تحصل على إنزيمات يجب أن يكون لدينا أولا **دنا** ، ولكن لكى يؤدى الـ **دنا** عمله يجب أن يكون لدينا أولا إنزيمات .

ولكى نفلت من ذلك المأزق ، لابد أن تكون هناك منظومة أبسط نشأ منها الـ **دنا** ولا تحتاج ، بادئ ذى بدء ، إلى إنزيمات . وثمة أسباب تجعلنا نفترض أن تلك المنظومة الأبسط تنطوى على استخدام الـ **رنا** .

وأحد هذه الأسباب أن الـ **دنا** يزاول تأثيره من خلال الـ رنا ، ويبدو أن الـ رنا يؤدى فعلا عمل التركيب الإنزيمى، فى حين أن الـ **دنا** ليس إلا مستودع المعلومات . ومن السهل أن نتصور وضعا أصليا كان الـ **رنا** فيه مستودع المعلومات وآليـــة العمل فى آن معا .

وليس هذا مجرد مسألة تخيّل . فالڤيروسات الأشد تعقيدا تحتوى على **دنا** ، لكن الفيروسات الأبسط ، مثل ڤيروس الطباق الفسيفسائى ، لاتحتوى إلا على **رنا** - ولاتحتوى على **دنا** على الإطلاق .

ومن بين التعقيدات التى ينطوى عليها إنتاج نسخة مطابقة ، أنه يحتاج إلى حلزون مزدوج ، بحيث يستطيع كل واحد من الحلزونين أداء دور التوجيه فى تكوين رفيقه . لكن هل يعتبر ذلك تعقيداً ضرورياً بأى حال ؟ لقد اكتشف عالم الفيزيقا الحيوية

الأمريكى «روبرت لويس**سنسهيمر**» (ولد ١٩٢٠) سلالة من الڤيروس تحتوى على **دنا** مكون من حلزون واحد ، أى **خليط** واحد ، ومع ذلك كان هذا الـ **دنا** قادرا على استنساخ ذاته .

كانت الطريقة بسيطة جدا . تصور أن الخيط الواحد حلزون (+) . إن بإمكانه أن يكوّن حلزونا (-) ، يستطيع بدوره تكوين حلزون (+) . ويتم تكوين النسخة المطابقة على خطوتين وليس خطوة واحدة وينتهى إلى جزئ جديد واحد وليس إلى جزيئين . والـ **دنا** وحيد الخيط أقل كفاءة بكثير من **الدنا** مزدوج الخيط ، لكنه رغم كل شئ يؤدى المهمة .

قد يبدو إذن أن الـ **رنا** هو الشكل الأصلى لناسخ الحمض النووى . بل كلما كان الخيط المفرد أقصر ، كان الاستنساخ أسرع والعملية كلها أبسط . والظاهر أن تكوين نسخة مطابقة من رنا وحيد الخيط ومكون من أقل من مائة نويدة عملية بسيطة إلى درجة أنها يمكن أن تسير قدما دون مساعدة الإنزيمات .

ومن ثم يمكننا أن نتصور بداية الحياة كما يلى :

١ - جزئ رنا قصير جدا وحيد الخيط يستطيع استنساخ نفسه بدون إنزيمات وتحفيز تكوين جزيئات بروتينية بسيطة .

٢ - يتحد جزئ الـ **رنا** مع بعض من البروتينات البسيطة التى كوّنها ، أو مع بعض بروتينات بسيطة تكونت بطريقة أخرى ، ويصبح بذلك أكثر استقرارا . ويستطيع الجزئ أن يزداد طولا وأن ينسخ نفسه بمزيد من الكفاءة .

٣ - يتكون جزئ الـ **دنا** ، ربما من خلال خطأ فى تناسخ الـ **رنا** . وهو أكثر ثباتا من جزئ الـ **رنا** ، ويمكن أن يتواجد فى سلاسل أطول كثيرا (قد تصل إلى ملايين النويديدات) ، ويستطيع تخزين المعلومات بشكل أكثر إحكاما وأكثر تحررا من الأخطاء . واتحاده بالبروتين يزداد باطراد تشعبا وجدوى .

٤ - هذه الأشكال شبه الڤيروسية تتحول فى النهاية إلى بروكريوتات بسيطة ينشأ منها كل شئ آخر .

ويقود هذا إلى المرحلة التالية من المشكلة . كيف أتى إلى حيز الوجود فى أول الأمر جزئ الـ رنا الأصلى الوحيد الخيط ؟

إن مسألة أصل الحياة ، إذا أغفلنا إمكانية خلق فوطبيعى ، تستلزم الانتقال من مادة غير حية بالقطع إلى مادة حية، ولو فى أبسط صورة .

لو ثارت المشكلة فى الأزمنة القديمة لما اعتبرت مشكلة . فقد كانت اليرقات تظهر من لاشئ فى اللحم المتعفن ، على سبيل المثال ، ولم يكن بوسع الإنسان إلا أن يفترض أن اللحم المتعفن ، وهو ميت قطعا ، يتحول بصورة ما إلى يرقات ، حية قطعا . وعندما استبان من الملاحظة المتأنية أن اليرقات لاتتكوّن إلا بعد أن يبيض الذباب على اللحم ، عندئذ فقط اتضح أن هذا المثال على التولد الذاتى التلقائى **spontaneous generation** لم يكن ذاتياً (تلقائيا) على الإطلاق .

وفى غضون القرن التاسع عشر ، أخذ يتأكد أكثر فأكثر أن كل مادة حية انبثقت من مادة حية سابقة . وفى ١٨٦٤ أثبت «باستور» أن هذا يصدق حتى على الكائنات الحية الدقيقة .

ومع ذلك ، ففى بداية البداية ، لم يكن للمادة الحية مادة حية سابقة عليها لتبدأ منها . ولابد أنه كان هناك حد فاصل بين اللاحياة والحياة حدث العبور عبره .

بعد أن استقر العلماء على أنه بكل بساطة لم يحدث تولد ذاتى (تلقائى) ، قاوموا التسليم بضرورة افتراض أنه حدث فى وقت ما فى الماضى السحيق . وفى ١٩٠٨ حاول الكيميائى السويدى «سڤانتى أوجست **أرّينيوس**» (١٨٥٩–١٩٢٧) الأخذ بحل وسط بأن افترض أن الحياة على الأرض بدأت عندما انجرفت **أبواغ** (حية ، لكنها قادرة على البقاء فترات طويلة جدا فى حالة من الحيوية الموقوفة) عبر الفضاء، طوال ملايين السنين ، إلى أن هبط بعضها ، كفرض محتمل ، على كوكبنا وأعيدت إلى الحياة النشطة بفضل بيئته المعتدلة .

إن هذا فرض مثير للغاية ، لكن حتى لو تصورنا أن الأرض لُقِّحت من عالم آخر ، تَلَقّح بدوره منذ أزمنة سحيقة من عالم آخر غيره ، فإنه مازال يتعين علينا أن نعود أدراجنا إلى فترةٍ ما بدأت فيها الحياة على عالم ما، عن طريق التولد الذاتى (التلقائى). ومادمنا مضطرين إلى التعامل مع التولد التلقائى فى مكان ما

وفى زمن ما ، فبوسعنا كذلك أن نتحرى إن كان باستطاعتنا أن نتعامل معه هنا على الأرض أثناء المليار سنة الأولى من عمر كوكبنا .

ولم لا ؟ فحتى إذا كان التولد الذاتى (التلقائى) لا يحدث أو ، ربما ، لايمكن أن يحدث على الأرض الآن ، فإن الظروف السائدة على الأرض فى نشأتها الأولى كانت شديدة الاختلاف إلى درجة أن مايبدو قاعدة راسخة الآن ربما لم يكن راسخاً إلى هذا الحد آنذاك . ومثال ذلك أن لدينا الآن جوا غنيا بالأكسچين ، لكن الأرض فى نشأتها الأولى كان لها جو لاوجود للأكسچين فيه . ومن الممكن جدا أن يشكل ذلك فارقا مهماً .

ثم إنه إذا تخيلنا أن ثمة كائنات حية فى طور التكوين فى أيامنا هذه ، فإن مصير هذه الطلائع الحية أن تذهب غذاءً للعدد الذى لايحصى من أشكال الكائنات الحية العديدة الموجودة الآن ، ولن تدوم أبدا . أما على الأرض فى نشأتها الأولى – ولا حياة عليها – فإن أى كائنات من طلائع الأحياء تكون قد نشأت، كان مصيرها أن تستمر فى النشوء بدون تدخل – على الأقل بدون ذلك النوع من التدخل الآنف الذكر .

وحتى لو كان الأمر كذلك ، فإن مشكلة تفسير بدء الحياة عويصة . ذلك أن الجزيئات الأصلية الموجودة على الأرض وفى البحار والجو ، والتى من النوع المناسب والموجودة بكميات تكفى لأن تجعلها صالحة لتكون سوالف للمادة الحية ، جزيئات صغيرة يتكون كل منها من عدد من الذرات يتراوح بين اثنتين وخمس . وأبسط شكل من الحيابدئية يمكننا تخيله – وهو جزئ الـ **رنا** وحيد الخيط والمكون مما يقرب من مائة نويدة – سوف يتألف عندئذ من نحو ٣٧٠٠ ذرة . فبصريح العبارة ، نحن نتوقع أن تبدأ الكائنات الحياة لتحول جزيئات صغيرة جدا إلى جزيئات كبيرة جدا .

غير أن الاتجاه الطبيعى هو أن تنقسم الجزيئات الكبيرة ، إذا ماتُركت وشأنها ، إلى جزيئات صغيرة . ولا يكاد يوجد اتجاه لأن تتحول الجزيئات الصغيرة ، إذا ما تركت وشأنها ، إلى جزيئات كبيرة . وهذا يعادل القول بأن الكرات تتدحرج إلى أسفل إن وضعت على سطح مُنحنٍ لكن لايحتمل على الإطلاق أن تتدحرج **إلى أعلى** .

ومع ذلك لا حاجة بنا إلى أن نتخيل أن الأمور متروكة كلية وشأنها . فالكرة لن تتدحرج من تلقاء نفسها إلى أعلى إن وضعت على سطحٍ منحنٍ ، لكن يمكن **دفعها**

إلى أعلى وهى على منحنى . ومالا يحدث تلقائيا يمكن جدا أن يحدث إن وجدت الطاقة . وعلى هذا النحو يمكن أن تتحول الجزيئات الصغيرة إلى جزيئات كبيرة إذا ماتوافرت الطاقة .

وفى الأرض الناشئة كانت هناك مصادر للطاقة - هى حرارة البراكين ، والبرق ، وأوفرها جميعا ، أشعة الشمس . فى الوقت الحاضر ، يقوم بعض الأكسچين الموجود فى الهواء بتكوين أوزون (وهو نوع نشط من الأكسچين فى كل جزئ منه ثلاث ذرات (O_3) وليس (O_2) كما فى الأكسچين العادى) . ويتراكم الأوزون فى الطبقات العليا من الجو ويصدّ أشعة الشمس فوق البنفسجية . أما الأرض فى نشأتها الأولى ، حيث لا أكسچين فى الجو ، فلم يكن عليها طبقة من الأوزون ، وكانت أشعة الشمس فوق البنفسجية النشطة تصل على الأرجح إلى سطح الأرض غير مخففة .

وكان أول شخص استعرض الإمكانيات بعناية هو عالم الكيمياء الحيوية السوفييتى ألكساندر إيفانوفتش **أوپارين** (١٨٩٤-١٩٨٠) ، الذى نشر سنة ١٩٣٦ كتابا فى الموضوع عنوانه «أصل الحياة على الأرض» **The Origin of Life on Earth** . وكان يرى أن الجو على الأرض فى نشأتها الأولى كان مزيجا من الميثان والأمونيا وأن مصدر الطاقة كان أشعة الشمس .

وفى ١٩٥٤ حاول طالب الكيمياء ستانلى لويد **ميلر** (ولد فى ١٩٣٠) ، وكان يعمل طرف الكيميائى الأمريكى هارولد كلايتون **يورى** (١٨٩٣-١٩٨١) ، أن يدعم التخمين بالتجربة . فبدأ بمزيج من الماء والأمونيا والميثان وبهيدروجين بعد أن تيقّن من أنه معقم ولايحتوى على أى نوع من المادة الحية . ثم مرر المزيج على صدمة كهربائية تقوم مقام مصدر للطاقة . وفى نهاية الأسبوع حلل المحلول ووجد أن بعض جزيئاته الصغيرة تحولت إلى جزيئات أكبر . وكان من بين هذه الجزيئات الأكبر الجليسين والألانين ، وهما أبسط العشرين حمضا التى توجد عادة فى البروتينات .

وسار فى إثره آخرون استخدموا أخلاطا مختلفة من مواد رجحوا وجودها فى البحر والهواء فى بدء نشأتهما كما استخدموا مصادر طاقة أخرى . وكانت النتائج قريبة جدا مما سبق .

كان من نواتج مثل هذه التجارب سيانيد الهيدروجين (HCN) . وفى ١٩٦١ أضاف عالم الكيمياء الحيوية الأسبانى - الأمريكى «چوان **أورو**» Juan Oro (ولد ١٩٢٣) سيانيد الهيدروجين إلى المزيج الذى بدأ به . فحصل على مزيج أحفل بالأحماض الأمينية . وحصل أيضا على الأدينين ، وهو من المكونات المهمة لواحدة من النويديدات الموجودة فى الأحماض الأمينية . وفى ١٩٦٢ أضاف أورو إلى مزيجه مادة الـ «فورم ألدهيد» (HCHO) ، وهو ناتج باكر من تلك التجارب ، فحصل على أنواع شتى من السكريات ، منها **الريبوز** ، وهو أحد مكونات نويديدات الـ **رنا** ، والديزوكسيريبوز وهو أحد مكونات نويديدات الـ **دنا** .

لكن هذه النتائج لاتظهر فقط فى التجارب التى تجرى بتوجيه من البشر ، وهى تجارب يمكن ، لذلك ، أن توجه عن غير قصد لصالح إنتاج مادة حية .

ومثال ذلك أن معظم النيازك إما فلزية وإما صخرية ، من حيث طبيعتها ، ولايحتوى أى النوعين على أى أثر لمادة عضوية . بيد أن نسبة صغيرة من النيازك من حجر الكوندرايت الكربونى وتحتوى على كميات صغيرة من الماء وعلى مركبات تحتوى على كربون . وقد حلل عالم الكيمياء الحيوية السريلانكى - الأمريكى «سيريل **پوناميپروما**» (ولد ١٩٢٣) بعض هذه المركبات ووجد نزائر من خمسة من الأحماض الأمينية التى تتكون منها البروتينات .

ثم إن علماء الفلك أيضاً يوالون دراسة الموجات الإشعاعية التى تصدرها سحب الغبار والغاز الضخمة الموجودة فى الفضاء الواقع بين النجوم . ومن طبيعة هذه الموجات الاشعاعية يمكن معرفة ماهى الجزيئات التى تكونت فى هذه السحب . فى أول الأمر لم يعثر إلا على اتحادات ذرتين ، لكن مع زيادة حجم وكفاءة التلسكوبات الاشعاعية ، اكتشفت جزيئات أخرى : ماء ، أمونيا ، فورم ألدهيد ، كحول الميثيل ، وهلم جرا . ولو تسنى لنا أن نفحص هذه السحب عن قرب ، لما فاجأنا كثيراً أن نجد فيها أحماضا أمينية أو نويديدات .

وهـذا يعنى أن هناك إمكانية حصول الأرض فى نشأتها الأولى على «دَفعـة» ، إن جاز القـول ، تمثلت فى بعـض المركبات البسيطة المهمة للحياة ، جلبتها نيازك أو مذنبات ، واستقرت هذه المركبات خارجياً فى الجو ، آتية إليه من الغبار المحيط .

ومع ذلك لايجوز - حتى الآن - لكائن من كان أن يهمل شأن المركبات متوسطة الحجم ، فى سعيه لفهم طريقة نشوء الحياة . بل إنه لم تُجْرَ تجارب تصدت للمركّبات التى قد تلزم للتوصل إلى مجرد أبسط شكل من أشكال المادة الحية .

وقد ظهرت منذ عهد قريب أفكار توحى بأن السبب فى ذلك أن الحياة لم تنشأ لدى الانتقال مباشرة من مركبات بسيطة إلى رنا وحيد الخيط قادر على استنساخ نفسه . ومن الأفكار التى أثارت مؤخرا بعض الاهتمام أن نقطة البدء الحقيقية تكمن فى منظومة ما قادرة على استنساخ نفسها بطرق أبسط كثيرا من طريقة الأحماض النووية .

من المتصور أن تفى البلورات غير العضوية بالغرض . فالبلورات المثالية مكونة من ذرات منتظمة الترتيب ولاتثير الاهتمام . بيد أن البلورات الحقيقية ليست كاملة أبدا بل تحتوى دائما على عيوب ، مثل سوء ترتيب الذرات . وهذه العيوب يمكن أن تنتشر بطرق تضاهى الاستنساخ، ويمكن أن تعتريها تغيرات شبيهة بالطفرة . وهذا لايمثل فى حد ذاته الحياة أو حتى مسارا صحيحا يفضى إلى الحياة ، لكنه يمكن أن يقدم نوعا من النموذج لشئ أنسب .

ويقترح الكيميائى البريطانى أ.ج. **كيرنز سميث** فكرة مؤداها أن الصلصال يمكن أن يكون الجهاز الأصلى المسبب للاستنساخ . إنه مادة شائعة تكون بلورات بسهولة . فبعض المواد العضوية تستطيع التعجيل بتكوين البلورات الصلصالية ويمكنها أن تَعلَق بالصلصال فتكوّن منظومات استنساخ صلصالية/ عضوية . وأفضل المركبات العضوية توافقا مع الصلصال «تُنتقى» بحيث يصبح الشق العضوى فى المنظومة - شيئا فشيئا - أكثر مهارة فى التناسخ ويبدأ فى تبوء المركز الغالب فى المنظومة . وفى النهاية يستطيع الشق العضوى أن يسير قدما بمفرده ، ويطرح الصلصال جانبا ، إن جاز القول ، بعد أن أدى دور السقّالة التى لم يعد لها لزوم .

فلنفرض إذن أننا نبدأ من تكوين الأرض ، قبل ٤٫٥ مليار سنة . يمكننا ترك مئات الملايين من السنين الأولى تمر حتى تستقر الأرض بقدر أو آخر على وضعها الراهن . إنها تبرد وتفرز محيطاً وجواً . تجرف الرياح الشمسية الهيدروچين المحيط بالأرض ، ويتضاءل ثم يكف عملا وابل الشهب الذى تكونت منه الأرض .

بعد ذلك ، أى ربما قبل ٤٠٠٠ مليون سنة ، ظلت الأرض إلى حد ما فى سكون وبدأت فترة «التطور الكيميائى». وسواء نبعت جزيئات عضوية مركبة إلى حد ما ، بطريق مباشر ، من الجزيئات الصغيرة التى كان يتألف منها الهواء والمحيط ، أو نبعت مباشرة من خلال الصلصال ، أو بأى طريق آخر ، فالمرجح أن المحيط كان يموج بالجزيئات العضوية فى زمن (ربما) يعود إلى ٣٨٠٠ مليون سنة مضت . ويشار أحيانا إلى المحيط فى ذلك الزمن بعبارة «**الحساء العضوى**» .

وربما نشأت فى ذلك الوقت الجزيئات الأولية الشبيهة بالڤيروس (والتى يمكن أن نسميها ڤيروسويد ، رغم أن العلماء لايستخدمون هذا الاسم ، فى حدود علمى) . وقد حفزت هذه الجزيئات تحلل المواد العضوية الموجودة فى «الحساء» ، مولدة الطاقة التى جعلت من الممكن تحويل بعض المركبات المحيطة إلى فيروسويدات . ثم تزايد عدد الفيروسويدات وأخذ الحساء العضوى ، الذى كان يقوم مقام الغذاء ، يميل إلى التناقص .

وفى النهاية ربما يكون قد تحقق توازن وجد فى ظله كمٌ كاف من الڤيروسويدات بحيث تساوى مقدار الغذاء اللازم لبقائها حيّة مع مقدار ما كان يتكون منها بفعل أشعة الشمس فوق البنفسجية . ومع ذلك ، إذا كان هواء الأرض كله فى حالة جو ٢ عندما وجدت الفيروسويدات ، فإن التحلل الضوئى للماء فى طبقات الجو العليا كان ينتج بعض الأكسچين وبالتالى بعض الأوزون ، وتتناقص الأشعة فوق البنفسجية الواصلة إلى سطح الأرض ، ومتى كانت الأشعة فوق البنفسجية مصدر طاقة ذا أهمية لاستمرار إنتاج المادة العضوية فى المحيط ، فإن مخزون الغذاء كان مآله أن يقل .

عندئذ يشتد التنافس على الغذاء ، وتنتصر فى المعركة الفيروسويدات القادرة بصورة أو أخرى على تكديس احتياطى غذائى . ومن سبل تحقيق ذلك وجود جزئ من الفيروسويد ذى غشاء يسمح بابتلاع جزيئات الأغذية ، لكنه لايسمح للجزيئات بالإشعاع إلى الخارج من جديد . وبذلك يتراكم زاد غذائى داخل حدود الغشاء يمكن استخدامه على مهل . وباختصار لا مناص من أن تصبح الفيروسويدات خلايا .

وقد لا يشكل تكوين الخلايا مشكلة عويصة . فابتداء من ١٩٥٨ أجرى عالم الكيمياء الحيوية الأمريكى «سيدنى وولتر **فوكس**» (ولد ١٩١٢) اختبارا فى درجة حرارة عالية على الأحماض الأمينية (درجة حرارة مثل التى يمكن توقعها على الصخور

المكشوفة فى أرض بركانيةً حديثة النشأة ، صخور تهطل عليها دوريا أمطار دافئة . فوجد أن الأحماض الأمينية تتّحد لتكوين بِلمر شبيه بالبروتين أطلق عليه فوكس اسم بروتينويد Proteinoid . وعند إذابة البروتينويدات فى الماء فإنها تشكل كريات مصغرة microspheres دقيقة تحيط بها أغشية ، وربما ظهرت عليها بعض من الخصائص التى نربطها بالخلايا .

وربما حدث بعد ذلك ، على مر الزمن ، أن اتحدت فيروسويدات أولية (= موجودة منذ الأزل) مع كريات مصغرة حديثة النشأة لتشكل أول بروكريوتات بسيطة جداً متخبطة بُعَيد الزمن ٣٥٠٠ مليون سنة قبل الوقت الحاضر .

وحتى إذا كانت البروكريوتات تستطيع تخزين الغذاء ، فإنها لاتزال تعتمد فى النهاية على زاد الغذاء الموجود فى المحيطات والذى تكون بواسطة الأشعة فوق البنفسجية الزاخرة بالطاقة . وإذا تناقصت الأشعة فوق البنفسجية فالغذاء بتناقص ، ومخزون الأغذية المتراكم إنما يؤجل يوم القحط المقيت . ومن ثم فإن أى بروكريوت تخطو (بطفرة عفوية) خطوة إلى الأمام بقدرتها على استخدام الطاقة الأقل المستمدة من ضوء الشمس المرئى العادى لتصنع من جزيئات أصغر جزيئات أكبر ، يكون لها ميزة فى ميدان البقاء . وعلى كل فإن الضوء المرئى يستطيع أن يخترق – وهو يخترق فعلا – أى حاجز من الأوزون بدون مشاكل . وإذا ماتسنى استخدامه كمصدر للطاقة فهو يوفر للغذاء مصدرا لا حدود له من الطاقة .

ومنذ ٣٠٠٠ مليون سنة أو بعد ذلك بقليل وجدت **السيانوبكتريا** ، وهى أولى الكائنات الحية القادرة على التخليق الضوئى . كانت قادرة على تصنيع غذائها من جزيئات صغيرة دون الاعتماد على حساء المحيط . ولم تعتمد عليه أيضا البروكاريوتات البكتيرية الأقدم عهدا بشرط أن تكون قد طورت أساليب للاغتذاء على السيانوبكتريا واستخدمت مخزونها الغذائى الذاتى .

غير أن التخليق الضوئى يعنى استهلاك ثانى أكسيد الكربون وإنتاج الأكسچين بمعدل يفوق كثيرا ما يسمح به التحلل الضوئى وحده . فأخذ مقدار ثانى أكسيد الكربون الموجود فى الجو يتضاءل بينما بدأ محتوى الجو من الأكسچين يتزايد .

وقد عجل وجود أكسچين فى الجو بزوال أهمية الحساء المحيطى ، نظراً لأن الأكسچين أخذ يتحد مع الجزيئات العضوية لتكوين ثانى أكسيد كربون وماء . وكان معنى ذلك أن السيانوبكتريا والكائنات الحية التى تتغذى عليها هى وحدها التى تستطيع البقاء بكميات وفيرة . بل إن الأكسچين كان خطرا حتى على الخلايا مالم تتكون إنزيمات تستطيع أن تقود اتحاد الأكسچين بالجزيئات العضوية بطريقة سلسلة ومنظمة ، وإلا اتحد الأكسچين بمكونات الخلية بصورة عشوائية وقتل الخلية .

وبطبيعة الحال مازالت هناك ، حتى يومنا هذا ، بعض البكتريا غير القادرة على الانتفاع بالأكسچين والأكسچين سام لها فى واقع الأمر . إنها بكتريا لا هوائية anaerobic bacteria (من تعبير يونانى معناه «لاهواء») . وهى غير موجودة إلا فى جيوب منعزلة من البيئة المحيطة ولا أهمية لها على الإطلاق . وهناك بكتريا لا هوائية يمكن أن تسبب التسمم الغذائى والتيتانوس وغرغرينا الغاز ، وكلها أمراض فتاكة .

وهناك أيضا بكتريا تستطيع الحصول على الطاقة اللازمة لها من التفاعلات الكيميائية التى لاتنطوى على تخليق ضوئى (البكتريا الكيميا تركيبية chemo synthetic bacteria) .

وقد عثر مؤخرا على بكتريا من هذا النوع تعيش فى أجزاء معينة من قاع البحر بها ماء ساخن غنى بالمواد الكيميائية يخرج من منافس . وعالت هذه البكتريا أعدادا كبيرة من الكائنات الحية الأكثر تعقيدا والتى لم تكن تعتمد جميعها على الطاقة المستمدة من ضوء الشمس وكانت تستطيع العيش حتى لو اختفت كل مظاهر الحياة من سطح الأرض . غير أنها ، بدورها ، تعيش كلها فى جيوب منعزلة من البيئة المحيطة .

وربما استمرت عملية تزويد جو الأرض بالأكسچين فترة تزيد على ٢٠٠٠ مليون سنة إلى أن زال ثانى أكسيد الكربون كله تقريبا وتوقفت العملية . وكانت العملية بطيئة جدا فى بادئ الأمر ، أى قبل ١٤٠٠ مليون سنة ، عندما تكونت الخلايا اليوكريوت ، وكان بعضها (الطحالب) يتكون بالتخليق الضوئى وبكفاءة تفوق كثيرا كفاءة السيانوبكتريا . ثم تسارع معدل تزوّد الجو بالأكسچين واكتمل فى جوهره قبل نحو ٦٥٠ مليون سنة .

وقد أنتج الاستخدام المباشر للأكسچين فى الاتحاد مع الجزيئات العضوية (بفضل وجود الإنزيمات المناسبة) نحو عشرين مثل الطاقة ، لكمية معلومة

من الجزيئات ، التى كانت تنتِجها العمليات السابقة الخاصــة بتحلل الجزيئات والتى لم يكن الأكسچين طرفا فيها .

وكان هذا يعنى أنه مع ازدياد ما يحتوى عليه الهواء من الأكسچين ، بات لأشكال المادة الحية زادٌ أكبر فأكبر من الطاقة لتستعملها فيما يمكن أن نسميه استخدامات ترفية . لقد غدت الكائنات الحية قادرة على تكريس مقدار من الطاقة لتطوير أعضاء صلبة تحميها ، أو تزيد كفاءتها فى الافتراس ، أو تربط ببدنها عضلات أقوى ، وهلم جرا ، وهذا هو السبب فى بدء التحفّز على هذا النحو المفاجئ بمجئ العصر الكمبرى ، قبل ٦٠٠ مليون سنة .

ومع ذلك لايمكن الاقتصار على الأرض وحدها لدى البحث فى مسألة البدايات ، بل وفى بداية الحياة ذاتها ، لأن الحياة مدينة للكون بأكثر كثيرا مما أسهم به كوكبنا فى إيجادها . ولنفرض مثلا أننا ندرس القمر . تُرى ، كيف بدأ ؟

- 22 -

القمر

تهتم قصة الخلق التوراتية – فى المقام الأول – بالأرض والكائنات البشرية . ولم يرد بها ذكر لبقية الكون إلا بالاشارة إلى ما يؤديه من خدمة للأرض وللإنسانية ، وسرعان مايُصرف النظر عنه . فمن اليوم الرابع للخلق تقول «التوراة» فى سفر التكوين ١ : ١٤ – ١٦ :

وقال اللهُ لتكن أنوارٌ فى جَلَد السماء لتفصل بين النهار والليل . وتكونَ لآيات وأوقات وأيام وسنين ، وتكونَ أنوارا فى جَلَدَ السماء لتنير على الأرض ، وكان كذلك . فعمل الله النورين العظيمين ، النورَ الأكبر لحكم النهار والنورَ الأصغر لحكم الليل ، والنجومَ .

وكان القمر «النور الأصغر» ، وإلى بضع قرون خلت ، كان الاعتقاد السائد بلا جدال بين البشر أنه مجرد مصباح معلق فى السماء لراحة الإنسانية . لم يكن يبدو بعيدا جدا ولا كبيرا جدا . وكانت البقع الظاهرة على سطحه تحظى بتفسيرات مختلفة لدى أبناء الثقافات المختلفة . أما عندنا ، نحن الغربيين ، فكانت البقع تتراءى على أنها «الرجل الذى فى القمر» ، والرجل يبدو فى حجم القمر تقريبًا – أو بالأحرى كان القمر يبدو صغيراً مثل الرجل على وجه التقريب .

ومع ذلك فمنذ وقت بعيد هو سنة ١٥٠ ق.م ، حَسَبَ الفلكى اليونانى **هيپارخوس** (١٩٠–١٢٠ق.م) المسافة التى تفصلنا عن القمر بأساليب هندسة المثلثات ووجد أنها ستين مثل نصف قطر الأرض (ونصف قطر الأرض هو المسافة من مركز الأرض إلى سطحها) .

وكان العالم اليونانى **اراتوسثينس»** (٢٧٦–١٩٦ ق.م) قد أثبت من قبل أن طول محيط الأرض نحو ٢٥٠٠٠ ميل . والرقم الحديث هو ٢٤٩٠٦ أميال (٤٠٠٧٥ كيلومترا) . وهذا يعنى ، إذا استخدمنا الأرقام التى توصل إليها العلم الحديث ، أن نصف قطر الأرض طوله ٣٩٦٤ ميلا (٦٣٧٨ كيلومترا) ، وأن المسافة إلى القمر ٢٣٨ر٩٠٠ ميل (٣٨٤ر٤٠٠ كيلومتر) . ولكى يبدو القمر بالحجم الذى نراه عليه فى السماء على تلك المسافة ، لابد أن يبلغ قطره ٢١٦٠ ميلا (٣٤٧٦ كيلومترا) .

وبعبارة أخرى فإن قطر القمر يزيد قليلا عن ربع قطر الأرض . فهو ليس مجرد موقد فى السماء . إنه عالَم كبير ، وكان هيبارخوس يعرف هذا منذ اثنين وعشرين قرنًا .

ولابد أن تلك الأمور بدت للشخص العادى – لو تصادف أن سمع بها – ضربا من التخمين الفلسفى لايفهمه إلا القليلون . غير أنه فى ١٦٠٩ وجه «جليليو» مقرابه صوب القمر فرأى جبالا وفوهات براكين وشيئا يشبه البحار . وبعد ذلك لم يعد ثمة شك فى أن القمر عالَم .

وبمجرد أن وضع «نيوتن» قانون الجاذبية العامة فى ١٦٨٧ ، تسنى له أن يثبت أن حركات المد فى المحيط ناتجة من قوة جذب القمر ، التى تخف حدتها مع بعد المسافة .

ومن ثم تكون قوة جذب القمر أكبر قليلا على جانب الأرض المواجه له منها على الجانب البعيد عنه . وينتج من ذلك تمدد الأرض على طول الخط الممتد من مركز الأرض إلى مركز القمر ، وبروز نتوءين على الجانبين ، لأن الماء يتمدد أكثر مما تتمدد القشرة الصخرية . (وجاذبية الشمس تسهم أيضا فى حدوث المد والجزر) .

ومع دوران الأرض ، بحيث تمر قطاعات مختلفة من سطحها ، تدريجيا ، عبر نتوءات المياه ، يحتُّ الماء أجزاء قاع البحر ذات المياه الضحلة ويحول بعضا من طاقة دوران الأرض إلى حرارة ، من جراء الاحتكاك . وهذا يبطئ قليلا جدا من دوران الأرض ويطيل النهار بمقدار ثانية واحدة على مدى ٦٢٫٥٠٠ سنة .

وهذا شئ ضئيل ، لكن زخم الدوران لايمكن أن يتبدد : إنه يمكن فقط أن يتحوّل إلى موضع آخر . فإذا أبطأ دوران الأرض ، تعيّن أن تزداد حركة دوران القمر حول الأرض . ومن وسائل تحقق هذا أن يبعد بحيث يضطر إلى الدوران فى مدار أطول . وينتج من هذا أن التأثير المدى للقمر يبعده عن الأرض ببطء شديد .

وقد استخدمت هذه الفكرة فى أول محاولة علمية لاستظهار كيفية نشوء القمر . وقد سبق أن ذكرت فى موضع سابق من هذا الكتاب أن «بيفون» وضع نظرية مفادها أن القمر انتزع من الأرض فى وقت مبكر من تاريخها ، لكن ذلك كان منه **مجرد** شطحة إذ لم يكن لديه منهج تفكير واضح ولا دليل لتبرير ما يقول .

وفى ١٨٧٩ حاول الفلكى الإنجليزى «جورج هاورد **داروين**» (١٨٤٥–١٩١٢) ، ثانى أبناء عالم الأحياء تشارلز داروين ، أن يستخدم تأثير المد تأييداً لشطحة بيفون قبل ذلك بقرن .

فأوضح داروين أنه إذا مانظرنا إلى الماضى ، لوجدنا أن القمر كان حتما أقرب إلى الأرض ، ولابد أن الأرض كانت تدور بسرعة أكبر . والواقع أننا إذا مانظرنا إلى الماضى البعيد جدا ، لوجدنا أن القمر كان قريبا من الأرض إلى حد يكفى للقول بأنه كان جزءًا منها .

وبعبارة أخرى ، أكد داروين أن القمر والأرض كانا جسماً واحداً فى زمن بدء تكوين الأرض . بيد أن الأرض آنذاك كانت تدور بسرعة جبارة إلى حد أن تأثير القوة الطاردة أحدث انتفاخاً ضخماً على خط الاستواء . وانتفخ جزء من منطقة خط الاستواء الأرضية انتفاخا أخذ يتباعد عن السطح فتكون شكل شبيه بدمبلز[١] أحد جانبيه أكبر كثيراً من الآخر . وأخيرا انفصل الجزء الأصغر وكانت كتلته نحو ثمن الكتلة الكلية ، وكون القمر . وبفضل مفعول المد والجزر أخذ القمر يبعد باطراد ، ومن ذلك الوقت أبطأ معدل دوران الأرض باطراد .

(وأبطأت سرعة دوران القمر ذاته بسرعة أكبر مما حدث فى الأرض؛ لأن الأرض أكبر حجما ولها بالتالى تأثير مدّى على القمر يفوق تأثيره المدّى علينا . وزيادة على ذلك فإن للقمر ، بسبب حجمه الأصغر ، زخماً دورانياً أقل ، ومن ثم يفقد هذا الزخم بسرعة أكبر . وعلى كل فإن سرعة دوران القمر أبطأت الآن إلى درجة أن أحد وجهيه يواجه الأرض على الدوام.)

هذا التصوير لأصل القمر جذاب جدا من بعض الوجوه . ولو صح لَتَكَوّن القمر من طبقات الأرض العليا وهى أدنى كثافة بشكل ظاهر من الأرض فى مجموعها . (ومرجع ذلك أن مركز الأرض يحتوى فيما يبدو على قلب هائل من النيكل والحديد يزيد الكثافة العامة للكوكب لكنه لم يتأثر بانفصال القمر.) ومن المسلم به أن كثافة القمر ثلاثة أخماس كثافة الأرض ، ليس إلا ، وهى فى مثل كثافة الغلاف الصخرى للأرض الذى يقع خارج القلب المكون من النيكل والحديد . وليس للقمر قلب خاص من النيكل والحديد .

كما أن عرض القمر من طرف للآخر يكاد يعادل عرض المحيط الهادىء ، بحيث يسعنا أن نتصور أنه جذب من المكان الذى يقع فيه المحيط الهادى ، الآن ، تاركًا

(١) قضيب قصير من الحديد على طرفيه ثقلان ، يستخدم فى التدريبات الرياضية (م) .

فراغاً كبيراً لتملأه المياه . ويمكن أن تظهر إلى اليوم النُدبة التى خلقتها تلك الجراحة غير المقصودة فى حزام البراكين والزلازل الذى يؤطر المحيط الهادى اليوم .

ومع ذلك لم تصمد نظرية داروين . فنحن نعرف مقدار اللّف الجارى فى منظومة الأرض - القمر . ونعرف بالضبط مقدار اللف الذى يحدث لدى دوران الأرض حول محورها ، ودوران القمر حول محوره ، ودوران الأرض - القمر حول مركز ثقلهما المشترك . ولو تركزت كل هذه القوة الدافعة الناجمة عن اللف فى جسم واحد له كتلة الأرض والقمر معا ويلف حول محوره ، لما كان لذلك الجسم بعد مايكفى من اللفات لينقسم إلى نصفين . لذلك تعين استبعاد الصورة التى رسمها داروين .

ويضاف إلى ما تقدم أن شكل المحيط الهادئ اليوم ، والزلازل والبراكين التى تؤطره (تحزمه) لقيت تفسيرا مرضيا فى علم تكتونيات الصفائح ولا علاقة لها بالقمر .

والتفسير البديل هو أن القمر تكون مستقلا عن الأرض فى بادئ الأمر . لكن لو كان الأمر كذلك فأين يحتمل أنه تكوّن ؟ لو أنه تكوّن قريبا من الأرض فى بادئ الأمر ، لكان يدور قريباً من مستوى خط الاستواء الأرضى ، لكن الأمر ليس كذلك . إنه على العكس يدور تقريباً فى مستوى مدار الأرض حول الشمس ، كما لو أن القمر كان ذات يوم كوكبا مستقلا ، ووقع فى الأسر .

بيد أنه لو كانت فكرة الأسْر صحيحة لكانت تصويرا لوضع غريب للغاية ، إذ لكان من العسير جدا على الأرض أن تأسر جسما فى حجم القمر . ولم يكتشف الفلكيون بعد مجموعة من الظروف تصلح لأن يحدث فيها ذلك . وفضلا عن ذلك ، لو أن القمر أُسر لكان مداره ، على الأرجح ، أقرب من القطع الناقص مما هو الآن .

ومن جهة أخرى ، لو استبعدت إمكانية أسر القمر وكان قد تكون على مقربة من الأرض ، لوجب أن يكون مكونا من المواد التى تكونت الأرض منها . فلماذا لايوجد له قلب مكون من النيكل والحديد ؟ إن الفلكيين لم يتوصلوا بعد إلى تفسير سليم لاستحواذ الأرض على كل الحديد والنيكل بينما لايوجد منهما شئ تقريبا فى القمر .

وابتداء من ١٩٦٩ أخذ ملاحو الفضاء يهبطون على القمر ويعودون ببعض الصخور من هذا التابع لكوكبنا . وكان الأمل أن تؤدى دراسة دقيقة للصخور إلى حسم المسألة . إن الواضح من تلك الصخور أن القمر قديم قدم الأرض ، ولكن معرفة الموقع

الذى يحتمل أنه كان فيه عندما تكوّن مازالت مسألة لم يُفصل فيها بعد ، رغم كل مايمكن استشفافه من الصخور .

وضاق الأمر ببعض الفلكيين فقالوا إنه مادامت الاحتمالات الثلاثة لأصل القمر تبدو مستبعدة ، فإن النتيجة المنطقية الوحيدة هى أن القمر غير موجود حقيقة .

بيد أن الأمر ليس بهذا السوء . فالمطلوب كان احتمالاً رابعاً ، أوحى به منذ ١٩٧٤ الفلكى الأمريكى «وليم ك. **هارتمان**» . قال إنه ربما أصاب جسم كبير الأرض بضربة مائلة فى مستهل تاريخها فنشأ القمر على ذلك النحو . وقد تجوهلت الفكرة إلى حد كبير آنذاك ، ولكن بحلول ١٩٨٤ ساندتها عمليات محاكاة بالحاسوب وتزايدت مصداقيتها تباعا ، وصارت رائجة جدا الآن .

ومؤدى الفكرة المقترحة أن «المتطفل» كان فى حجم المريخ بل ربما أكبر منه قليلا ، وكان ذا كتلة تعادل سبع كتلة الأرض . وقد ارتطم بالأرض بُعَيد اتخاذ كوكبنا وضعه الراهن وقبل ظهور أى ضرب من الحياة عليه . (ولو وجدت حياة لكانت الصدمة محتها تمامًا.) والمرجح أن ذلك حدث منذ ماينوف على ٤٠٠٠ مليون سنة .

والمرجح أن صدمة المتطفل سببت تبخّر جزء كبير من الطبقات السطحية لكلا العالمين ودفعتها تسبح فى الفضاء . وجزء كبير مما تبقى من المتطفل التحم بالأرض واستقر الاثنان فى النهاية فى صورة جسم واحد . وسرعان مابردت المادة التى تبخرت وتجمدت فى أجسام متفاوتة الحجم اتحدت بالتدريج ، وكوّنت القمر .

وقد يفسر هذا عدم تقابل مستوى دوران القمر حول الأرض مع مستوى خط استواء الأرض ، لأن ذلك المستوى يتوقف بالدقة على الزاوية التى ينطح بها الدخيل الأرض . ومن شأن الاقتراح الجديد أن يفسر عدم احتواء القمر على قلب من النيكل والحديد لأن الطبقات الخارجية من العالمين هى وحدها التى تبخرت وكونت القمر . وظل القلبان سالمين لم يُمسا تقريباً . كما أنه قد يفسر افتقار القمر إلى المواد سريعة التبخر . إذ المفروض أنه تكوّن من مواد ساخنة ، والمواد عالية القابلية للتبخر لاتكون قد تجمدت سريعا وكانت أمامها فسحة للتلاشى فى أغوار الفضاء .

وباختصار ، فإن الفرض الجديد القائم على الارتطام قد حل فعلا مايقرب من جميع الألغاز الدائرة حول أصل القمر والتى عجزت الافتراضات الثلاثة الأولى عن حلها . وقد لايصمد الفرض الجديد فى المستقبل ، لكنه يبدو مقنعا فى الوقت الحاضر .

ومع ذلك يبقى سؤال واحد . من أين جاء المتطفل ؟

للإجابة عنه علينا أن ندرك أن الأرض ليست وحدها فى الفضاء . إنها جزء من أسرة كبيرة من الأجسام تشمل الشمس وشتى الكواكب والأجسام الأخرى المحلقة حول الشمس – وهى أجسام ضخمة مثل الكوكب العملاق المشترى وصغيرة فى حجم جسيمات الغبار المجهرية . وجماع أسرة تلك الأجسام يسمى المنظومة الشمسية **solar system** (من الكلمة اللاتينية **sol** ومعناها : «الشمس») .

فلْنتحرَّ عن بدايات المنظومة الشمسية لنرى إن كان ذلك يمكن أن يساعدنا على تبين من أين جاء المتطفل .

المنظومة الشمسية

كان من المسلم به فى الأزمنة القديمة وفى العصور الوسطى أن الأرض مركز الكون ، لسبب معقول جدا هو أنها كانت **تبدو** كذلك . وكان يظن أن سبعة أجسام ، **أو كواكب** ، تجرى فى دوائر حول الأرض على مسافات متزايدة تدريجيًا ، وهى القمر ، وعطارد ، والزهرة ، والشمس ، والمريخ ، والمشترى ، وزحل . وفيما وراء ذلك كرة سوداء هى السماء ، تبدو الومضات المتوهجة للنجوم مثبتة عليها .

ولم يطرأ على هذه النظرة تغيير أساسى سوى عام ١٥٤٣ . ففى تلك السنة نشر الفلكى البولندى «نقولاس**كوبرنيكوس**» (١٤٧٣-١٥٤٣) كتابا يوضح أن الرياضيات الخاصة بحساب حركات الكواكب تغدو أبسط مما هى عليه إذا افترضنا أن كل الكواكب (بما فيها الأرض وتابعها القمر) تدور حول الشمس . وكان بعض من قدماء الفلكيين اليونانيين قد أومأوا إلى هذا ، لكن كوبرنيكوس كان أول من طور الفكرة بالاستعانة بالرياضيات .

بيد أن التغلّب على عادات التفكير العتيقة استغرق مدة تزيد عن نصف قرن بل أكثر من ذلك ، إذ أُجبر جليليو فى ١٦٣٣ ، نزولاً على أمر محاكم التفتيش ، على أن ينكر علنا أن الأرض تتحرك . ولكنها تتحرك على كل حال (كما شاع بين الناس أن جليليو تمتم بهذه الكلمات بينه وبين نفسه) ، وكان هذا العمل آخر مالهث به أنصار الاعتقاد القديم بأن الأرض مركز كل شئ - على الأقل فى محيط نوى الثقافة العلمية .

وكان الفلكى الألمانى يوهانس **كبلر** (١٥٧١-١٦٣٠) قد أثبت فى ١٦٠٩ أن المدارات التى تسير فيها الكواكب حول الشمس ليست دوائر ، كما كان يظن ، بل قطاعات ناقصة تقع الشمس فى إحدى بؤرتيها . هكذا استقرت طبيعة المنظومة الكوكبية على أنها بالصورة المسلم بها إلى يومنا هذا .

فالشمس إذن فى مركز المنظومة الكوكبية ، ونحن نعرف الآن أنها جسم ضخم ، تبلغ كتلته ٣٣٢٫٨٠٠ مرة كتلة الأرض ، و ٧٤٣ مرة كتلة كل الأجسام ، من الكواكب

إلى الغبار ، التى تدور حولها . إنها تهيمن على كل شئ آخر إلى حد أنه لايجافى العقل أن نتحدث عن مجموعة الأجسام برمتها بوصفها المنظومة (المجموعة) الشمسية .

وتبدو على المنظومة الشمسية بعض مظاهر الاتساق . فجميع الكواكب تدور حول الشمس فى اتجاه واحد ، وكلها تفعل ذلك بقدر أو آخر فى نفس المستوى ، وهو مستوى خط استواء الشمس . وكل الكواكب ، والشمس أيضا ، تلف حول محاورها فى نفس اتجاه دورانها حول الشمس . وغالبية التوابع تدور أيضا حول كواكبها فى هذا الاتجاه ذاته ، وعادة ماتفعل ذلك فى مستوى خط استواء الكوكب الذى تدور حوله أو بالقرب من خط الاستواء المذكور .

ومثل هذه الأمور تدعو العلماء إلى الاعتقاد بأن المنظومة الشمسية لم تتكون فى أزمنة مختلفة وفى ظروف متباينة ، إذ من الصعب أن يسفر ذلك - لو حدث - عن هذا التوحد الظاهرى فى نسق البنية . وعلى العكس لابد أن تكون المنظومة الشمسية قد تشكلت بفعل واحد أنتج كل هذه الأجسام ، إما دفعة واحدة ، وإما على فترات بينها فواصل زمنية منتظمة وفى ظروف متماثلة .

وفى ١٧٤٥ جاء بيفون ، الذى كان أول من قدم فكرة أن الأرض قديمة جدا ، واقترح أيضاً أسلوباً قد تكون المنظومة الشمسية تكونت وفقا له . كان يعتقد أن جسما ضخم الكتلة قد ارتطم بالشمس منذ سنين عديدة ، وأن حطام الشمس ألقى بعيدا فى الفضاء نتيجة لذلك . ثم برد الحطام وشكل الكواكب .

وبمقتضى هذه الفكرة تكون كل الكواكب قد تكونت فى وقت واحد ، بينما تكون الشمس ذاتها أقدم من الكواكب ، ربما أقدم بكثير .

هذه فى الواقع فكرة لابأس بها على الإطلاق . إنها مشابهة جدا للفكرة الجارية التى ورد عرض لها فى نهاية الفصل السابق ، والتى تقترح تفسيرا لتكوين القمر . غير أن الفلكيين لم يأخذوا بفكرة بيفون لأنها كانت مجرد تخمين ، ولم يكن لدى بيفون أى دليل يسوقه تأييدا لها .

وفى ١٧٥٥ اقترح الفيلسوف الألمانى «عمانويل**كانط**» شيئا مختلفا تماما ، فلربما ارتكز على فكرة ساقها اسحاق **نيوتن** عَرَضًا قبل ذلك بنحو سبعين سنة ، فافترض كانط أن المنظومة الشمسية بدأت كسحابة ضخمة من الغبار والغاز تجمعت ببطء لتشكل جسماً مصمتًا، هو الشمس .

إن جسيمات المادة ، بتحركها إلى الداخل تحت تأثير حقل جاذبية السحابة ، تكسب طاقة حركة من ذلك الحقل . (ويمكن تسمية طاقة الحركة **الطاقة الحركية** ، ومقابلها الإنجليزى مشتق من كلمة يونانية معناها «حركة») . وعندما توقفت الحركة لدى تكوين الشمس ، تحولت الطاقة الحركية إلى حرارة ، وهذه الحرارة هى التى جعلت الشمس تتوهج منذئذ .

فشلت هذه الفكرة أيضا فى إثارة اهتمام يذكر . فمرة أخرى لم يكن هناك أى دليل عليها ، ومن ثم كانت مجرد تخمين . غير أنه فى ١٧٩٨ اقترح الفلكى الفرنسى «بيير سيمون ده **لاپلاس**» (١٧٤٩-١٨٢٧) نفس الفكرة فى نهاية كتاب فى الفلك موجه لعامة الناس . ويحتمل ألا يكون لابلاس قد علم بالفكرة التى سبق أن طرحها كانط ، وأيا كان الأمر فقد عرضها بتفصيل أوفى .

ارتأى لاپلاس أن السحابة الأصلية المكونة من غبار وغاز كانت تلف بسرعة ، وأنها مع تكثفها تزايدت سرعة دورانها باطراد ، طبقا للقانون المعروف بقانون حفظ كمية التحرك الزاوى[1] . إنها فى نهاية المطاف سوف تدور بسرعة فائقة حتى تتفلطح لتغدو جسما فى شكل العدسة وتنجرف المادة الموجودة فى أقصى طرف العدسة بعيدا تحت تأثير قوة الطرد . عندئذ تبرد المادة المنفلتة وتتكثف متحولة إلى كوكب .

ومن شأن ضياع المادة الكوكبية أن يذهب بجانب من سرعة الدوران ، فيبطئ دوران الكتلة الرئيسية للسحابة . ومع زيادة تكثف السحابة ، تزداد من جديد سرعة الدوران إلى أن تلفظ قشرة أخرى ، وهلمّ جرّا . وعلى هذا النحو تتكون سلسلة كاملة من الكواكب ، يلف كل منها حول محوره ويدور حول الشمس .

بدت فكرة لاپلاس مهتمة بكل التفاصيل . بل إنه استطاع الإشارة إلى مثال لما كان يتحدث عنه .

ففى كوكبة المرأة المسلسلة (أندروميدا) توجد رقعة من السحاب، كان أول من وصفها ، فى ١٦١١ ، الفلكى الألمانى «سيمون **ماريوس**» (١٥٧٣-١٦٢٤) . وقد سميت

(١) كمية التحرك الزاوى لكرة تدور بسرعة فى طرف خيط تعتمد على كتلة الكرة وسرعتها الزاوية (معجم كومبتون العلمى المصور - م) .

مذنب أندروميدا (المقابل الأجنبى لكلمة «مذنب» مشتق من كلمة لاتينية، معناها: «سحابة») . وارتأى لاپلاس أن مذنب أندروميدا سحابة من الغبار والغاز تتكثف ببطء لتتحول إلى منظومة من الكواكب مثل منظومتنا . وبناء على ذلك بات وصفه لتكوين المنظومة الشمسية يعرف باسم **فرضية المذنّب** .

وبمقتضى فرضية المذنب يكون الكوكب الأكثر بعدا هو الأقدم وتغدو الكواكب أحدث تكوينا باطراد كلما اقتربنا من الشمس . ومن ثم يكون المريخ أقدم من الأرض وهذه بدورها أقدم من الزهرة . وتكون الشمس أحدث تكوينا من كل أجرام المنظومة الشمسية .

وقد استحوذت فرضية المذنب على خيال الفلكيين وعامة الناس ، حتى استمرت مايقرب من القرن موضع قبول باعتبارها الطريقة المرجح أن تكون المنظومة الشمسية تكونت بها .

وبدا أن عددا من النقاط الثانوية تتوافق مع فرضية المذنب وتدعمها . فالكواكب ذاتها يمكن أن تتخلص من بعض حلقاتها الأصغر حجماً فتتكون منها التوابع .

والواقع أن لزحل مجموعة من الحلقات التى ترسم دائرة حولها وهذه الدائرة أقرب إلى الكوكب من أى واحد من توابعه المرئية . وفى ١٨٥٩ أثبت عالم الرياضيات الاسكتلندى «جيمس كلارك **ماكسويل**» (١٨٣١-١٨٧٩) أن تلك الحلقات ليست مصمتة بل عبارة عن جسيمات صغيرة . وبدا هذا مثالا لما كان لاپلاس يتحدث عنه .

وعندما اكتشفت الجسيمات الصغيرة التى يتألف منها حزام النجيمات ، ابتداء من ١٨٠١ ، بدا هذا أيضا على أنه حالة من حالات وجود طوق من المادة التى لم تتح لها أبدا فرصة الالتحام، ربما بسبب آثار التشويش الناجم عن حقل جاذبية كوكب المشترى المجاور .

كما بدا أن نظرية هلمهولتز القائلة بأن الشمس تكتسب طاقتها من الانكماش البطئ تتوافق مع فرضية لاپلاس .

ولكن جاء بعد ذلك موضوع اللف السريع ، أو كمية التحرك الزاوى . لقد سقطت نظرية «جورج داروين» القائلة بانفصال القمر عن الأرض سريعة اللف ، لأنه لم يكن

هناك، فى منظومة الأرض – القمر، مايكفى من كمية التحرك الزاوى ليتيح حدوث ذلك . وفى حالة فرضية المذنب كانت المشكلة عكس ذلك ، وهى أنه توجد فى جزء من المنظومة الشمسية كمية من التحرك الزاوى أكثر من اللازم .

ذلك أن الكواكب لاتشكل إلا أكثر قليلا من واحد فى المائة من كتلة المجموعة (المنظومة) الشمسية ، ومع ذلك فإن كمية التحرك الزاوى للكواكب تشكل ٩٨٪ من كميته فى المنظومة بأسرها، ويستأثر المشترى بستين فى المائة من مجموع الكمية . ولاتملك الشمس سوى ٢٪ من كمية التحرك الزاوى للمنظومة الشمسية ، ومن ثم يحفل المشترى بثلاثين ضعف ماتحفل به الشمس من كمية التحرك الزاوى .

فكيف يمكن أن يتركز فى الكواكب هذا القدر الضخم من كمية التحرك الزاوى ؟ عندما بدأت سحابة الغبار والغاز ، الدائرة على نفسها بسرعة فائقة ، تتكثف وفقا لفرضية المذنب ، تعين أن تستأثر بكل كمية التحرك الزاوى للمنظومة . وقد استنفد بعض الكمية كلما انفلت طوق من المادة ، لكن تعذر تصور كيف يمكن أن ينحشر ٩٨ فى المائة من الكمية فى تلك الأطواق من المادة .

بدت هذه المشكلة مستعصية الحل وبنهاية القرن التاسع عشر اضطر الفلكيون إلى التخلى عن فرضية المذنب . ومع ذلك لابد أنه كان للمنظومة الشمسية بداية ، وإذا كانت فرضية المذنب غير صالحة فإنه كان من الضرورى إيجاد حل آخر . لذلك توجه الفلكيون من جديد إلى فكرة بيفون القائلة بأن المنظومة تكونت بطريق التصادم وليس بطريق التكثف .

ففى ١٩٠٠، نجح العالمان الأمريكيان «توماس شرودر **تشامبرلين**» (١٨٤٣–١٩٢٨) و«فورست راى **مولطن**» (١٨٧٢–١٩٥٢) فى استخلاص النتائج التى تترتب على مرور نجم آخر قريبا جدا من الشمس (إذ إنهما اعتقدا أن التصادم الفعلى قد لايكون ضروريا) ورأيا أن شدّ الجاذبية فيما بينهما سوف يجرف كتلة من المادة تمتد فيما بين النجمين أثناء افتراقهما عن بعضهما البعض .

بعد ذلك تتكثف المادة الساخنة المنزوعة من الشمس ومن النجم الآخر، وتتحول إلى أجسام صغيرة نسبيًا تسمى كويكبات . وتتحرك هذه الأخيرة حول الشمس فى مدارات شتى بلا نظام ، وتحدث تصادمات متكررة . وفى الجملة ينتج من تلك

التصادمات نمو القطع الكبيرة على حساب الصغيرة إلى أن توجد فى النهاية الكواكب التى نعرفها الآن . لذلك تسمى فكرة تشامبرلين - مولطن «فرضية الكويكبات» .

أما فيما يتعلق بموضوع كمية التحرك الزاوى ، فقد أوضح الفلكيان الإنجليزيان جيمس هوپوود **چينز** (١٨٧٧-١٩٤٦) و«هارولد **چفرين**» (ولد ١٩٨١) أنه لدى انفصال النجمين يشد حقلا الجاذبية كتلة المادة المنتزعة شدةً جاذبية عنيفة . وهــذا يراكم فيهما كمية التحرك الزاوى على حساب النجمين . وقد عزز هذا فرضية الكويكبات تعزيزًا قوياً .

وتعود فرضية الكويكبات إلى فكرة بيفون القائلة بأن الشمس وجدت قبل تكوين الكواكب ، وربما قبل تكوينها بزمن طويل ، ولم يقل أى شئ عن مسألة متى تكونت الشمس، وكيف تكونت .

وفى أوائل السنوات ١٩٠٠ نالت فرضية الكويكبات قبول كثير من الفلكيين . ولكن فى أوائل السنوات ١٩٢٠ أثبت الفلكى الإنجليــزى «أرثر ســتــانلى**إدنجتون**» (١٨٨٢-١٩٤٤) أن جوف الشمس أشد حرارة بكثير مما توقع أى إنسان . وقدر أن درجة حرارتها فى مركزها تصل إلى ملايين الدرجات . ولولا هذه الدرجات الحرارية فى داخل الشمس ما استطاعت هذه أن تتجنب التكثف فى جسم صغير تحت تأثير الشد الناجم عن قوة جاذبيتها . (وقد اتضحت ضرورة هذه الدرجات الحرارية المركزية عندما قيل بعد ذلك بعشر سنوات إن طاقة الشمس مستمدة من الاندماج النووى) .

ومؤدى هذا أن المواد المسحوبة من النجوم من مسافة قريبة كانت بالتأكيد أشد سخونة بكثير مما حسبه أنصار فرضية الكويكبات . وفى ١٩٣٩ أثبت الفلكى الأمريكى «لايمان **سبيتزر** الإبن» (ولد ١٩١٤) أن المواد المستمدة من النجوم ، طبقاً لهذه الفرضية ، لابد أن تكون شديدة الحرارة إلى درجة أنها تتمدد فى الفراغ قبل أن تواتيها فرصة التكثف . وعندئذ لا تكون هناك كويكبات، ولا كواكب .

وكانت هناك أيضاً مصاعب أخرى فى وجه اكتشاف آليات للتأكد من أن لدى الكواكب مايكفى من كمية التحرك الزاوى وأنها قادرة على أن تتخذ لنفسها مدارات بعيدةً عن الشمس بما فيه الكفاية . واستمر تعديل الفرضية، ولكن لم يفلح أى شئ فى جعلها صالحة للتطبيق واختفت بحلول ١٩٤٠

لكن بعد ذلك ، فى ١٩٤٤ عاد الفلكى الألمانى «كارل فريدريش فون **فايتسيكر**» (ولد ١٩١٢) إلى فرضية المذنب ، مسلحاً بأدوات رياضية جديدة .

فتصور سحابة آخذة فى التكثف ، بالضبط كما تصورها لاپلاس ولكنها بدلا من أن تلفظ أطواقا من الغاز ، تكثفت بسرعة أكبر ، تاركةً قرصاً كبيرًا من الغاز والغبار حولها . وفى داخل القرص دوامات ودوامات فرعية عنيفة .

وهذه الدوامات سريعة الاندفاع تحمل ، فى تصوره ، مواد وتدفعها إلى مصادمات فى مناطق تماسها فتشكل كويكبات تزداد حجما باطراد كلما استمرت الصدامات إلى أن تتكون الكواكب . وبينت المعالجة الرياضية كيف تتكون الكواكب على مسافات متزايدة من بعضها البعض كلما ازداد حجم الدوامات تدريجياً مع ازدياد بعدها عن الشمس .

وسرعان ماراجت فرضية «فايتسيكر» . وبموجبها يبدو أن الشمس وكل الكواكب تكونت فى نفس الوقت تقريبا . لذلك يمكننا أن نخلص إلى أن المنظومة الشمسية بأسرها عمرها نحو ٤٥٥٠ مليون سنة ، أو أكثر قليلا إذا حسبنا فترة الكويكبات السابقة عليها . ويؤيد هذا الأعمارُ المحددة للنيازك المختلفة ولأقدم الصخور التى حصلنا عليها من القمر . وذلك يترك مسألة كمية التحرك الزاوى دون حل .

وقد أخذ الفلكى السويدى هانس **ألفن** (ولد ١٩٠٨) فى الاعتبار الحقل المغنطيسى للشمس ، التى كان قد أهملها حينئذ العاكفون على تصور أساليب تكوين المنظومة الشمسية . فارتأى أنه بما أن الشمس الفتية كانت تدور بسرعة وعنفوان ، فقد انثنى معها حقلها المغنطيسى وكان بمثابة كابح أبطأ حركتها . ومعنى هذا أن كمية التحرك الزاوى تنتقل من الشمس إلى الكواكب ، دافعة أفلاك الكواكب إلى مسافات أكثر بعدا عن الشمس .

وهذه الصيغة الجديدة لفرضية المذنب تلقى قبولا لدى الفلكيين بوجه عام، ولايبدو أنها تترك مشاكل رئيسية دون حل . فطبقاً لها – وكما هو الحال بالضبط فى فرضية تشامبرلين ومولطن – تكونت الكواكب من كويكبات جُرفت تدريجيا خارج مدارات الكواكب . وحتى عندما كانت الكواكب فى حجمها الراهن تقريبا ، ظلت هناك آخر كويكبات قليلة قبل أن تجرف. وتركت التصادمات الأخيرة علاماتها فى صورة فوّهات .

ومثل هذه الفوهات مألوفة لدينا . فقد عرفت فوهات القمر منذ أن تطلّع جليليو إلى القمر بمقرابه . وتكونت غالبيتها منذ ٤٠٠٠ مليون سنة ، عندما كانت الكويكبات لاتزال شائعة ، لكن بعضها تكونت فى زمن أقرب إذ إن التصادمات غير معدومة حتى الآن . ففى عصر المجسات الكوكبية الذى نعيش فيه ، وجدنا أيضا فوهات فى عوالم أخرى ليس بها أو يكاد لايوجد بها هواء ، مثل عطارد والمريخ وتوابع شتى .

أما الكواكب ذات الأجواء فليست ذاخرة بالفوهات لأن الرياح تميل إلى حت الفوهات . ويوجد على الأرض أيضا تأثير المياه والكائنات الحية ، بحيث يكاد كوكبنا يفتقر إلى فوهات سببتها صدامات . وفى ولاية أريزونا توجد فوهة قطرها نصف ميل ربما تكونت بسبب سقوط شهاب كبير إلى حد ما قبل خمسين ألف سنة . وتوجد أيضا آثار فوهات قديمة تكاد تكون اختفت بالتحات . ويحتمل أنه حدث منذ نحو ٦٥ مليون سنة تصادم عنيف سبب موت الديناصورات وضروباً كثيرة أخرى من أشكال الكائنات الحية فى نهاية العصر الطباشيرى .

فى الماضى السحيق قبل ٤٠٠٠ مليون سنة ، عندما كانت الكويكبات الكبيرة تجرى فرزا فيما بينها لرؤية أيها سوف يبقى ككواكب ، يحتمل أن واحدا من تلك الكويكبات ، يقارب حجمه حجم المريخ ، صدم الأرض بطريقة أسفرت عن تكوين القمر . ذلك هو الرد على السؤال عن المكان الذى أتى منه «المتطفل» . لقد كان واحدا من أواخر ماتبقى من عصر الكويكبات ، وكان من الممكن أن تجعل منه الصدمة كوكبا بمعنى الكلمة ومستقلا ، كما فعل المريخ ، لو لم يحدث من سوء حظه أنه اصطدم بجسم أكبر منه هو الأرض .

وثمة فارق مهم بين الفرضية السديمية ، أيا كان شكلها ، والفرضية الكويكبية ، يتمثل فيما يلى . إذا كانت الفرضية السديمية صادقة، وتكونت منظومة كوكبية بتكثف سحابة أصلية من غبار وغاز ، إذن ربما كانت كل النجوم تتكون على هذا النحو وجاز أن يكون لكل النجوم كواكب من صنف أو آخر . ومن الناحية الأخرى ، إذا كانت الفرضية الكويكبية صحيحة، وتكونت منظومة كوكبية عن طريق مرور نجمين بالقرب من بعضهما البعض ، إذن بالنظر إلى المسافات الشاسعة التى تفصل بين النجوم وبعضها البعض وبطء تحركها بالقياس إلى المسافات التى تفصل فيما بينها ، فإن

فرص حدوث مثل هذا المرور تكون نادرة جدا جدا . وفى هذه الحالة تكون المنظومة الشمسية استثناء نادرا جدا ، ولا ينتظر أن تكون هناك كواكب إلا لعدد قليل جدا جدا من النجوم .

فى السنوات القليلة الماضية ، كشف «ساتل» (قمر صناعى) مجهز للكشف عن وجود أشعة دون الحمراء ، عن وجود تلك الأشعة على مقربة من بعض النجوم . وإشعاع الأشعة دون الحمراء علامة على وجود مادة باردة نسبياً ، ومن ثم قد يبدو أن تلك النجوم محاطة بمادة باردة . والتحليل الدقيق يظهر كما لو أن نجوما مثل «ڤيجا» وبيتا پكتوريس محاطة بمنطقة من الكويكبات، قد تكون فيها كواكب فى طور التكوين أو تكونت فعلا . وهذا عامل هام يدعم الصورة السائدة الآن عن كيفية تكون المنظومة الشمسية .

وهذه – بالمناسبة – تذكرة بأن الشمس واحد فقط من نجوم كثيرة جدا . وإذا سلمنا بأن كل نجم قد يكون تكون بكيفية شديدة الشبه بكيفية تكون الشمس ، فإن ذلك يعنى أنه ، قبل أن توجد أى نجوم ، لابد أن الكون كله كان عبارة عن كمية هائلة من الغبار والغاز . فكيف أتى هذا إلى حيز الوجود ؟

وبعبارة أخرى ، ما بدايات الكون بأسره ؟ ذلك هو سؤالنا الأخير .

- 24 -

الكــــون

مادام يبدو ثابتا اليوم أن المنظومة الشمسية بأسرها نشأت فى وقت واحد ، منذ نحو ٤٥٥٠ مليون سنة ، فهل من الممكن أن تكون كل النجوم الأخرى قد نشأت فى ذلك الوقت أيضا ؟

إن الرد على هذا السؤال، هو : لا . ولنحاول أن نعقل المسألة .

لقد تعلم الفلكيون ، على مدى السنين ، أمورا كثيرة عن النجوم . ولاضرورة – فى هذا الكتاب – للخوض تفصيليا فى كل تلك الاكتشافات ، لكن لنذكر تلك التى تلعب دورا فى تحديد مسألتى كيف ومتى بدأ الكون .

كان الظاهر ، حتى الأزمنة الحديثة ، أن النجوم مجرد أجسام مضيئة مربوطة بكرة صلبة هى السماء . وفى السنوات ١٦٠٠ تحددت طبيعة المنظومة الشمسية، وعرفت على وجه التقريب المسافات التى تفصل الشمس والكواكب عن بعضها البعض . وكان واضحاً أن حجم المنظومة الشمسية ، حتى زحل (وكانت أبعد الكواكب المعروفة قبل ١٧٨١) ، من أقصاها إلى أقصاها هو ١٨٠٠ مليون ميل (٢٨٠٠ مليون كيلومتر) على الأقل ، لكن ظل الاعتقاد سائدا بأنه من الممكن أن تكون السماء كرة يزيد قطرها قليلا عما تقدم ، وبأن النجوم مربوطة بها .

وجاءت نقطة التحول فى ١٧١٨ إذ لاحظ «إدموند **هالى**» أن ثلاثة من أشد النجوم لمعاناً غيرت مواقعها من بقية النجوم . وذلك ماجعل الأمور تبدو كما لو أن النجوم ليست مشدودة إلى كرة صلبة ، بل تتحرك على استقلال كأنها خشرم من النحل . وتبين أنها بعيدة إلى درجة أن حركاتها ملحوظة بالكاد ، وبطبيعة الحال فإن حركة أقربها (وبالتالى أكثرها لمعانا) أظهر للعيان من حركة النجوم الأخرى .

ولكن ، إذا كانت النجوم بعيدة جداً ، فإلى أى مدى يمكن أن يصل هذا البعد ؟ الواقع أن هالى أجرى تقديرا لذلك البعد . فقد افترض أن نجم «الشعرى اليمانية» Sirius هو فى الواقع جسم لامع قدر درجة لمعان شمسنا . فما البعد الذى ينبغى أن يكون عليه كى لايظهر فى السماء أشد لمعاناً مما هو ظاهر ؟ لقد حسب هالى أنه ينبغى

أن يكون على بعد نحو ١٢ تريليون ميل (٣٢ تريليون كيلومتر) ، على اعتبار أن التريليون يساوى مليون المليون . وبما أن الضوء يقطع ٥ر٨٨ تريليون ميل (٩ر٤٦ تريليون كيلومتر) فى السنة ، فإن تلك المسافة تسمى سنة ضوئية . وكان مايعنيه هالى هو أن «الشعرى اليمانية» يبعد عنا بنحو سنتين ضوئيتين . (والواقع أن «الشعرى اليمانية» أشد لمعانا بكثير من الشمس ، وبالتالى لابد أنه يبعد عنا بأكثر من أربعة أمثال تلك المسافة، كى يبدو لنا مجرد ومضة من الضوء كما هو واقع الأمر.)

هل بإمكاننا أن نفعل أكثر من مجرد التخمين ؟ نعم ، يمكننا أن نقيس النقلة الطفيفة التى ينتقلها أقرب النجوم إلينا بالقياس إلى أشد النجوم بعداً، مثلما تغير الأرض موقعها من أحد جانبى الشمس إلى الجانب الآخر . وهذا التغيير فى المركز الظاهرى لجسم ما مع تغير موقع الناظر يسمى «اختلاف منظر» الجسم (الجرم السماوى) . وكلما زاد اختلاف المنظر Parallax قل بعد الجسم . ومن السهل حساب المسافة متى تمت ملاحظة «اختلاف المنظر» ، لكن هذه الملاحظة عسيرة . وكانت التلسكوبات فى زمن هالى غير جيدة بما فيه الكفاية .

كان أول من أبلغ عن «اختلاف منظر» أحد النجوم هو الفلكى الألمانى «فريدريش ڤلهلم **بسل**» (١٧٨٤-١٨٤٦) ، الذى أبلغ فى ١٨٣٨ عن «اختلاف منظر» نجم يسمى «٦١ بجعة» (١) 61 Cygni . وبناء على ذلك، قام بحساب المسافة التى بينه وبيننا . وأفضل رقم لدينا الآن عن بعد ذلك النجم هو ٢ر١١ سنة ضوئية ، بحيث يستغرق الضوء ٢ر١١ سنة ليقطع المسافة من «٦١ بجعة» إلينا .

وتشاء الظروف ألا يكون «٦١ بجعة» أقرب النجوم إلينا . ففى ١٨٣٩ أفاد الاسكتلندى «توماس **هندرسن**» (١٧٩٨-١٨٤٤) بأن الـ «ألفا القنطورى» يبعد عنا بمقدار ٣ر٤ سنة ضوئية . والواقع أن ألفا القنطورى منظومة من ثلاثة نجوم ، أحدها واسمه «الأقرب القنطورى» هو - فى حدود علمنا حتى الآن - أقرب إلينا - بمقدار طفيف - من أى نجم آخر .

ونحن نعرف طبعا ، فى وقتنا هذا ، المسافة التى تفصلنا عن نجوم أبعد كثيراً من ألفا القنطورى أو ال ٦١ بجعة .

والثابت الآن هو أن أقرب النجوم ليست دائما أكثر سطوعاً من النجوم الأكثر بعداً . فهذا كان يصح لو أن كل النجوم تساوت فى لمعانها (أى لو كانت كلها تشع نفس القدر

(١) ويسمى أيضا «الدجاجة» - م .

من الضوء)، لكنها ليست كذلك. فالنجم شديد الضوء يكون لامعًا حتى من بُعد سحيق ، فى حين أن نجما قليل الضوء يكون خافت الضوء حتى إذا كان قريبا إلى حدٍ ما .

وبناء على ذلك، فإن «الأقرب القنطورى» ، وإن كان أقرب النجوم إلينا ، باهت إلى درجة أنه لايمكن رؤيته بدون مقراب . وفى مقابل ذلك فإن «ريجل» الذى يبعد عنا نحو ١٢٥ مرة مثل بعد «الأقرب القنطورى» ، مضىءٌ إلى درجة أنه من أشد النجوم لمعانا فى السماء .

ومتى عرف مقدار بُعد نجم ما ، أمكن حساب درجة لمعانه الحقيقى من مدى سطوعه الظاهرى على ذلك البعد . والثابت الآن أن ريجل أكثر إضاءة من شمسنا بمقدار ٢٣٠٠٠ مرة ، فى حين أن شمسنا ، بدورها ، أكثر إضاءة ٢٠٠٠٠ مرة من «الأقرب القنطورى» .

وكل النجوم الحقيقية تستمد طاقتها من انصهار الهيدروجين فى مركز كل منها . وتظل تلك النجوم متألقة بانتظام تقريبا طالما أن كمية الهيدروجين فى قلب كل منها تزيد عن مقدار معين . وفى أثناء ذلك يقال عنها إنها على التتابع الرئيسى **main sequence** .

والذى يحدث هو أنه كلما كان النجم أكثر إضاءة كان هو الأضخم كتلة . (وقد توصل إدنجتون إلى هذا بينما كان يحسب درجة الحرارة فى مركز الشمس .) وهذا يعنى أنه كلما كان النجم أكثر إضاءة زادت كمية الهيدروجين الذى لابد أن يحتويه .

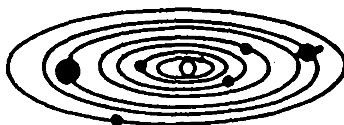
وقد يظن القارئ أن هذا يعنى أنه كلما كان النجم أكثر إضاءة وكان مافيه من هيدروچين أكبر ، طالت مدة استطاعته البقاء على التتابع الرئيسى . والواقع أن العكس هو الصحيح . فكلما كان أحد النجوم أضخم كتلة وكانت جاذبيته أشد ، زادت سرعة استهلاكه لما يحتويه من الهيدروچين كى يظل ساخنا بما فيه الكفاية لمقاومة دفع الجاذبية له إلى الانهيار . وبرغم ازدياد المحتوى الهيدروچينى للنجم كلما زاد حجمه ودرجة لمعانه وحرارته ، فإن المعدل الذى لابد أن يتم به استهلاك الأكسچين يزداد بسرعة أكبر بكثير .

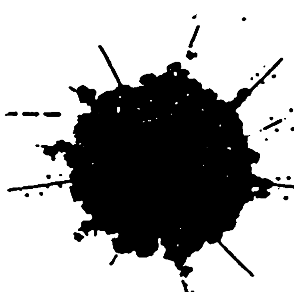
وهذا يعنى أنه كلما كان النجم أكثر لمعاناً ، كانت مدة بقائه على التتابع الرئيسى **أقصر** .

البدايـــة









* مليون سنة قبل الآن

وشمسنا على مستوى من اللمعان يمكن أن يحفظها على التتابع الرئيسى مدة يصل مجموعها إلى ١٠٠٠٠ مليون سنة . واليوم لم يبلغ عمرها تماما ٥٠٠٠ مليون سنة ، فهى نجم انتصف عمره وأمامها مستقبل مداه مساو لطول ماضيها . وبمجرد أن تنصرم مدة ال ١٠٠٠٠ مليون سنة ، فإن الشمس سوف تترك التتابع الرئيسى وتتعرض لتغيرات سريعة نسبيا ، فتتمدد لتصبح **عملاقاأحمر** باردا وضخما ، ثم تنهار متحولة إلى **قزمأبيض** حار . ولن تكون الحياة على الأرض ممكنة بعد أن تخرج الشمس عن التتابع الرئيسى ، لكن هذا ، كما قلت ، سوف يحدث بعد ٥٠٠٠ مليون سنة من الآن .

إن «الشعرى اليمانية» ، أسطع نجم فى السماء ، أقوى إضاءة من الشمس ثلاثاً وعشرين مرة ، وعمره على التتابع الرئيسى ٥٠٠ مليون سنة فقط . ووفقاً لأطول تقدير حسابى لايمكن أن يكون قد أصبح نجما إلا منذ ٥٠٠ مليون سنة عندما كانت الثلاثيات الفصوص وصدفيات الجلود تسبح فى بحار العصر الأردوفيشى الباكر . وبطبيعة الحال من الممكن جدا أن يكون عمره دون ذلك إذ ليس هناك مايدل على أن بقاء الشعرى اليمانية على التتابع الرئيسى على وشك الانتهاء . (يرافقه نجم قد يؤدى وجوده إلى تعقيد هذه التقديرات) .

وأشد النجوم التى نشاهدها لمعانا تلمع ١٠٠٠٠٠ مرة ، أو أكثر ، من لمعان الشمس . وعليها أن تستهلك محتواها الهائل من الهيدروچين بسرعة فائقة ، بحيث يتعذر عليها أن تظل على التتابع الرئيسى مدة تزيد على ١٠ ملايين سنة أو نحو ذلك . وبعد عشرة ملايين سنة، تتمدد لتصبح جسماً عملاقاً أحمر اللون ، ثم تنفجر وتظل بضعة أشهر تسطع بنور مليار نجم ، ثم تنهار حتى تكاد لاترى بوصفها نجماً نيوترونياً ، أو تنعدم رؤيتها فعلا بوصفها ثقبا أسود .

ومن الممكن أن تكون أشد النجوم لمعانا قد تكونت بعد ظهور أول كائنات من أشباه الإنسان على وجه الأرض ، أى بعد أن ظلت شمسنا تسطع فعلا بثبات مايزيد على ٤٠٠٠ مليون سنة .

وإذا كانت هناك نجوم تكونت منذ فترة قريبة إلى هذا الحد ، ألا يحتمل أن هناك نجوماً فى طور التكوين الآن ؟ بل اليوم ؟

الإجابة هى نعم ، بلا جدال . هناك سحب ضخمة من الغبار والغاز فيما بين النجوم . وأحد هذه السحب هو سديم «الجبار» أوريون ، وبداخله نجوم نراها خافتة من خلال الغبار ، يحتمل أنها تكونت منذ وقت قريب جدا . ثم إن الفلكى الهولندى - الأمريكى «بارت يان **بوك**» (١٩٠٦-١٩٨٣) لفت النظر إلى بقع صغيرة سوداء مستديرة فى السحب الغازية ، تسمى الآن كُريّات بوك . وهذه قد تكون نجوما فى طور التكاثف والتكوين لكن أجزاءها المركزية لم تصبح بعد حارة بما فيه الكفاية لتبدأ عملية انصهار هيدروچينى متواصل ، وبالتالى لاتتألق بعد .

فإذا كانت هناك نجوم فى طور التكوين ، ونجوم تكونت فى الماضى القريب وفى ماض غير قريب جدا ، فإنه يبدو منطقيا أن نفترض أن هناك نجوما مافتئت تتكون بانتظام منذ تكوين الشمس .

وفى هذه الحالة هل يحق لنا أن نظن أن شمسنا لم تكن قد ولدت فى الوقت الذى كانت نجوم أخرى موجودة فيه فعلا ؟ ربما كانت تلك النجوم الأخرى مضيئة ثم خرجت عن التتابع الرئيسى ، لكن منذ دهور، وهو مالايغير من الأمر شيئا . أو ربما كانت نجوما خافتة جدا ذات أعمار ممتدة ، مازالت موجودة اليوم وسوف تظل موجودة مدة طويلة بعد أن تخرج شمسنا عن التتابع الرئيسى .

ومثال ذلك أن «الأقرب القنطورى» خافت إلى درجة - ويستهلك هيدروچينه بشح شديد إلى حد أنه قد يظل على التتابع الرئيسى مدة يصل مجموعها إلى ٢٠٠٠٠٠ مليون سنة . وذلك لايعنى بالضرورة أن عمر الكون يجب ألا يقل عن ٢٠٠٠٠٠ مليون سنة . فرغم كل شئ لابد أن يكون النجم «الأقرب القنطورى» قد تكون فى وقت واحد مع رفيقيه ، وأحد هذين الرفيقين يكاد يكون مساويا للشمس فى درجة سطوعه بحيث لايمكن أن يزيد عمره عن ١٠٠٠٠ مليون سنة . وذلك يعنى أن عمر «الأقرب القنطورى» لايمكن أن يزيد هو الآخر عن ١٠٠٠٠ مليون سنة ، ومن ثم مازال أمامه ٩٥٪ من عمره وهو بحالته الراهنة .

وبالتالى نخلص من دراستنا لنجومٍ بمفردها أننا نعرف أن عمر الكون لايقل عن ٤٥٥٠ مليون سنة ، مادام هذا هو عمر منظومتنا الشمسية . ونحن نعلم أن المرجح

أن عمره أطول ، بل أطول بكثير . بيد أننا لانستطيع - استنادا إلى دراستنا للنجوم وحدها - أن نقرر كم يمكن أن يكون عمره أطول من ذلك ، وعلينا أن نبحث عن الحل فى اتجاه آخر .

يمكننا أن نبدأ بشريط ذى ضوء خافت يطوق السماء ، وأوضح ماتكون رؤيته فى ليلة صافية بلا قمر وبعيدا جدا عن الإضاءة الاصطناعية التى من صنع البشر . لقد كان اليونانيون يسمونه galaxias kyklos (الدائرة اللبنية) . وسماه الرومان via lactea (الطريق اللبنى) ، ونسميه بالانجليزية the Milky Way درب اللبانة أو درب التبانة .

كان بعض فلاسفة الإغريق القدامى يظنون أن درب التبانة يمكن أن يكون حشدا من النجوم الخافتة جدا ، إلى درجة يتعذر معها رؤيتها فرادى. كان ذلك مجرد تخمين ، ولكن فى ١٦٠٩ ، عندما وجه جليليو تلسكوبه صوب السماء ، وجد أن هذا التخمين سليم . وأن درب التبانة يتألف فعلا من نجوم خافتة لاعد لها تنوب معا فى لمعان هادئ يتبين للعين المجردة . وواقع الأمر أنه أينما وجه جليليو نظره كان يرى نجوما ، لم تسبق رؤيتها، تتزاحم وسط النجوم المعروفة . كانت النجوم الجديدة التى رآها خافتة الضوء - أشد خفوتا من أن تراها العين بدون تلسكوب (مقراب) . ومن ذلك الوقت أتاحت تلسكوبات أفضل رؤية المزيد والمزيد من النجوم الأكثر والأكثر خفوتا .

وفى ١٧٨٤ قرر الفلكى الألمانى - الانجليزى وليم **هرشل** أن يحسب عدد النجوم فى كل من ٦٨٣ منطقة صغيرة متساوية الحجم ومتباعدة باستواء عبر السماء . فوجد أن عدد النجوم فى منطقة بعيدة عن درب التبانة صغير نسبيا ، لكن العدد أخذ يزداد باطراد كلما اقترب من ذلك الشريط المضئ .

فعرض فكرة مؤداها أن الشمس جزء من تجمع ضخم من النجوم فى شكل عدسة (أو بتعبير مألوف فى أيامنا هذه ، فى شكل قرص هامبورجر) . والشمس مثبتة فى العدسة ، وإذا نظرنا إلى السماء فى اتجاه القطر الصغير للعدسة ، فإننا نرى عددا صغيرا نسبيا من النجوم . أما إذا نظرنا بعيدا عن ذلك القطر الصغير ، فإن خط إبصارنا ينتقل عبر مسارات أطول فأطول داخل العدسة وسوف نرى المزيد والمزيد من النجوم . وأخيرا ، إذا نظرنا فى اتجاه القطر الكبير للعدسة ، فإننا سوف نرى نجوما عديدة تبلغ من الكثرة أن تنوى غارقة فى لمعان عام . وهذا التجمع من النجوم ، الذى

تشكل منظومتنا الشمسية جزءا منه ، يسمى مجرّة ، ومقابله بالإنجليزية مشتق من العبارة اليونانية الدالة على درب التبانة .

وقد حاول هرشل تقدير أبعاد المجرة ، وعدد ماتحتوى عليه من النجوم ، لكنه فشل فى الوصول إلى الحقيقة . وأجرى فلكيون لاحقون تقديرات أفضل أسفرت عن أرقام أكبر ، لكنهم ظلوا بعيدين عن بلوغ الهدف لغاية ١٩٠٦

بيد أن الفلكية الأمريكية «هنرييتا سوان **ليفيت**» (١٨٦٨–١٩٢١) درست فى ١٩١٢ نجوما معينة تسمى **السفائد** ، وهى نجوم متغيرة يسطع ضوءها ويخفت بانتظام خلال فترة زمنية ثابتة . كانت بعض السفائد أكثر سطوعا من غيرها ، إما لأن بعضها أكثر لمعانا من غيرها ، وإما لأن بعضها أقرب إلينا من غيرها ، أو لكلا السببين . فإذا أخذنا سفيدين كان من المحال عادة القطع بأن أسطعهما أسطع لأنه يشع ضوءا أكثر أو لأنه أقرب إلينا .

غير أن ليفيت كانت تدرس السفائد فى سحابة ماچلاّن الصغرى ، وهى مجموعة من النجوم خارج درب التبانة . ولا عبرة بموقع نجوم بعينها داخل السحابة ، فكلها على نفس البعد منا تقريبا . (هذا أشبه بكون كل من فى شيكاغو ، أيا كان موقعهم فى المدينة ، على نفس البعد تقريبا من نيويورك) .

ففى سحابة ماجلان الصغرى ، إذا كان أحد «السفائد» أسطع من الآخر ، فلأن الأولى أكثر لمعانا . ولاشأن للمسافة فى ذلك . ثم اكتشفت ليفيت أن النجم يكون أسطع كلما طالت فترة بقائه فى حالة خفوت وسطوع .

ومعنى هذا أننا إذا راقبنا أى «سفيد» فى أى مكان ، فإن فترته (فترة بقائه فى حالة خفوت وسطوع -م) هى التى تعرفنا كم هو مضىء . وإذا عرفنا مقدار لمعان سوئه الآن وسطوعه الظاهرى فى السماء ، أمكن حساب بعده . (وقد اتضح أن هذا الحساب ليس سهلا بأى حال ، لكن الفلكيين ابتكروا أساليب لإجرائه) .

بعد ذلك يمكننا الانتقال إلى لغز آخر . هناك نحو مائة حشد كروى ظاهر فى السماء . وهذه تجمعات حاشدة من النجوم ذات شكل كروى إلى حد ما ، وكل حشد يحتوى على عشرات الآلاف من النجوم . وكان وليم هرشل أول من قدم وصفاً دقيقاً لتلك الحشود .

ومن الغريب حقا أن **الحشودالكروية** منتشرة فى السماء بصورة غير منتظمة ، وكان أول من أشار إلى ذلك هو نجل وليم هرشل ، الفلكى الانجليزى جون هرشل (١٧٩٢-١٨٧١) . وكل هذه الحشود تقريبا تقع فى نصف القبة السماوية ، ويقع ثلثها كاملا فى كوكبة القوس والرامى دون غيرها ، وهى تحتل ٢ فى المائة فقط من السماء .

وبعد أن حققت ليڤيت اكتشافها للسفائد ، قام فلكى أمريكى آخر هو هارلو**شابلى** (١٨٨٥-١٩٧٢) باستخدام النتائج التى توصلت إليها كى يقيس المسافة الفعلية الفاصلة فيما بين الحشود الكروية . فاكتشف مواضع «سفائد» فى كل حشد منها ، وقاس فترات تغيرها وسطوعها الظاهرى ، ثم حسب بعدها . ومكّنه ذلك من بناء نموذج ثلاثى الأبعاد .

فاتضح أن الحشود الكروية متجمعة فى كرة ضخمة متمركزة حول بقعة فى المجرة تبعد عنا بنحو ٣٠٠٠٠ سنة ضوئية فى اتجاه كوكبة «القوس والرامى» . وفى ١٩١٨ أفاد شابلى أن هذه البقعة هى حتما مركز المجرة . وأضاف أننا لانستطيع رؤيتها (ناهيك عن أى شئ على الجانب الآخر من المجرة ، فيما وراء مركزها) بسبب سحب الغبار والغاز القاتمة التى تقع بيننا وبين مركز المجرة .

وتقع منظومتنا الشمسية على مشارف المجرة ، وبعبارة أخرى بعيدا جدا عن مركزها ، وكل مانستطيع رؤيته هو المكان الذى تشغله فى بنيته . وكان الفلكيون الأوائل يعتقدون أنه لاوجود إلا للشق المحدود الذى يمكننا رؤيته دون تداخل السحب القاتمة ، ولهذا ظلوا يقللون من حجم المجرة .

والرأى السائد الآن هو أن طول مجرتنا نحو ١٠٠٠٠٠ سنة ضوئية من أقصاها إلى أقصاها بطول قطرها الكبير . وفى مركز المجرة ، يبلغ سمكها نحو ١٦٠٠٠ سنة ضوئية ، ولكن هنا فى أطراف المجرة الخارجية حيث توجد الشمس ، رقت العدسة التى تتخذ المجرة شكلها حتى انخفضت كثافتها إلى ٣٠٠٠ سنة ضوئية .

ومجموع كتلة مجرتنا يعادل ١٠٠٠٠٠ مليون مرة كتلة الشمس . غير أن كتلة النجم المتوسط تقل كثيرا عن كتلة الشمس ، بحيث يحتمل أن تضم المجرة ٢٠٠٠٠٠ مليون نجم ، بل ربما أكثر من ذلك .

ويوجد خارج مجرتنا سحابة ماچلاّن الصغرى التى تبعد عنا بْمقدار ١٦٥٠٠٠ سنة ضوئية ، وبجوارها سحابة ماچلان الكبرى على بعد ١٥٥٠٠٠ سنة ضوئية . وهما مجرتان صغيرتان ، تضم كل منهما مابين ١٠٠٠ مليون و ١٠٠٠٠ مليون نجم .

هل يوجد فى الكون شئ خلاف مجرتنا وسحابتى ماجلان ؟ كان هارلو شابلى ومعظم فلكيي القرن التاسع عشر يعتقدون أنه لايوجد سواهما . كانوا يظنون أن المجرة وسحابتى ماجلان تضم الكون برمته .

وخالفهم فى الرأى الفلكى الأمريكى هيبر داوست **كرتيس** (١٨٧٢-١٩٤٢) . فبينما كان شابلى وآخرون يعتقدون أن سديم أندروميدا سحابة من الغبار والغاز، تشكل جزءا من مجرتنا وأنها ليست بعيدة جدا ، كان كرتيس يظن أنها مجموعة من النجوم ، بعيدة إلى درجة أن أدق التلسكوبات لاتستطيع أن تراها فى شكل نقاط صغيرة مستقلة من الضوء .

وكان دليل كرتيس هو الآتى . فى حين أن النجوم العادية فى سديم أندروميدا بعيدة للغاية بحيث يتعذر تمييزها فرادى ، يتوهج من وقت لآخر نجم ما حتى يسطع بدرجة غير عادية . وهذه النجوم نسميها المتوهجة novas (والاسم الانجليزى مشتق من الكلمة اللاتينية المقابلة لكلمة «جديد» لأنه ، فى الأزمنة القديمة ، كان بإمكان مثل هذا النجم المتوهج أن يحيل نجما لايرى فى العادة إلى نجم شديد السطوع لفترة ما ، يبدو عندئذ كنجم جديد فى السماء) .

هناك المتوهجات فى مجرتنا ، لكنها لاتظهر إلا من حين لآخر فى أجزاء شتى من السماء . ولايحتوى جزء بعينه على كثير منها . غير أن كرتيس كان - وهو يراقب سديم أندروميدا - يرى عادة نقاطا صغيرة من الضوء تظهر بصورة متكررة ويكاد يتعذر عليه التقاطها بمرقابه ، وكان يقول إنها متوهجات . كان عددها غفيرا فى تلك الرقعة الصغيرة من السماء التى يشغلها سديم أندروميدا وضوءها خافت إلى درجة أنها لايمكن أن تكون نجوماً فى مجرتنا ، ولابد أنها نجوم من نفس السديم تشكل على الأرجح مجرة بعيدة بعدا شاسعاً . وهى، فى حالتنا هــذه، مجرة أبعد عنا أكثر بكثير من سحابتى ماچلان .

وفى ١٩٢٠ أجرى كرتيس وشابلى نقاشا مهما حول الموضوع ، وفِّق خلاله كرتيس توفيقا مدهشا ، مدافعا عن وجهة نظره ضد شابلى وعارضا أدلته بقوة . ومع ذلك لم يتسن حسم الخلاف بمجرد نقاش .

بيد أنه فى ١٩١٧ أقيم مرقاب جديد فوق جبل ولسون فى باسادينا بولاية كاليفورنيا ، بلغ قطر مرآته ١٠٠ بوصة (١٥٤ سنتمترا) ، وهو رقم قياسى عالمى فى ذلك الوقت ، وكان بوسعه تبين الأشياء بشكل أوضح وعلى مسافات أبعد مما كان يفعله أى مرقاب آخر موجود آنذاك .

وقد استخدم هذا التلسكوب الفلكى الأمريكى إدوين باول **هابل** (١٨٨٩-١٩٥٣) . وفى ١٩٢٣ التقط صورا لسديم أندروميدا ، بينت أنه كتلة من النجوم البالغة الخفوت . وحدد أن بعض النجوم «سفائد» ، وبعد أن قاس فترتها تمكن من حساب بعدها . واتضح أن كرتيس كان على حق . فسديم أندروميدا مجموعة من النجوم بعيدة للغاية ، وشديدة الشبه بمجرتنا . إنها ، باختصار ، مجرة أخرى . وتسمى الآن مجرة أندروميدا ، أما مجرتنا فغالبا ماتسمى مجرة درب اللبانة (أو التبانة) تمييزا لها عن سائر المجرات .

كما تبين أن مجرة أندروميدا ليست فريدة فى نوعها . فبعد أن فهم أن هناك مجرات خلاف مجرتنا ، جاء الاعتراف بأن سدما أخرى كثيرة هى مجرات بعيدة ، وثبت أن كلها تقريبا بعيدة جدا بل أبعد من أندروميدا . هناك ملايين المجرات . بل كثيرا مايقدر أن عدد المجرات قد يصل إلى ١٠٠٠٠٠ مليون مجرة .

إذن ، فى العشرينات فقط من هذا القرن بدأ البشر أخيرا يرون لمحة عن الحجم الحقيقى للكون . وبدلا من تصور الكون على أنه مجموعة من النجوم الإفرادية ، بدأ الفلكيون ينظرون إليه على أنه مجموعة من المجرات ، بل مجموعات من المجرات ، وساعدهم ذلك على فهم بعض الأمور فهما أفضل كثيرا من ذى قبل .

ومثال ذلك أنه لاسبيل إلى تقدير عمر الكون بدراسة نجوم مجرة درب التبانة ، لكن ذلك ممكن بدراسة المجرات المختلفة .

وترجع طريقة عمل ذلك إلى اكتشاف لعالم الطبيعة النمساوى «كريستيان يوهان **دوبلر**» (١٨٠٣-١٨٥٣) . فقد بين فى ١٨٤٢ أن نبرة الصوت تختلف إذا كان مصدر

الصوت يتحرك بالنسبة للمستمع . فإن كان المصدر يتحرك صوب المستمع ، انضغطت الموجات الصوتية فى بعضها البعض وغدت أقصر ، ومن ثم أعلى نبرة . وإن كان مصدر الصوت يتحرك مبتعدا عن المستمع ، تمددت الموجات الصوتية وازدادت طولا ، ومن ثم صارت أعمق نبرة . وهذا مايسمى ظاهرة ضوبلر Doppler's effect (وبطبيعة الحال ، يُسمع هذا على أفضل وجه عند التعامل مع موجة طولية واحدة من الصوت) .

وفى ١٨٤٨ أوضح عالم الطبيعة الفرنسى «أرمان إيبوليت **فيظو**» (١٨١٩-١٨٩٦) أنه يلزم منطقيا أن تنطبق ظاهرة ضوبلر على الضوء كذلك ، وهى تنطبق فعلا . فعندما يتحرك مصــدر ضــوئى مبتعدا عنك ، تزداد الموجات الضوئية طولا وبالتالى تتحرك فى اتجاه الاحمرار إذ إن اللون الأحمر هو مانراه عندما تكون الموجات الضوئية طويلة جدا . وعندما يتحرك مصدر ضوئى فى اتجاهك تزداد الموجات الضوئية قصرا وبالتالى تتحرك فى اتجاه البنفسجة ، إذ إن اللون البنفسجى هو مانراه عندما تكون الموجات الضوئية قصيرة جدا .

وكان يمكن أن ينطبق هذا على النجوم ، لكن النجوم تصدر موجات ضوئية من كل الأطوال فى خليط معقد، ومن العسير تبين أى تغيير فى ذلك الخليط غير المنتظم .

غير أنه ، عند تمرير الضوء الوارد من نجم ما (أو من أى مصدر) عبر جهاز يسمى **المطياف** ، فإن الموجات الضوئية تنتشر خارجة منه بالترتيب ، فتكون أطول الموجات وهى الحمراء - فى أحد الطرفين ، وأقصر الموجات - وهى البنفسجية - فى الطرف الآخر ، ويتغير طول الموجات الضوئية فى سلاسة من أحد الطرفين إلى الطرف الآخر . وتكون النتيجة قوس قزح من الألوان - الأحمر ، البرتقالى ، الأصفر ، الأخضر ، الأزرق ، البنفسجى - يسمى **الطيف** .

وكثيرا ماتفوت الطيف أطوالٌ موجية معينة تكون الذرات الموجودة فى مصدر الضوء قد امتصتها . وهذه الموجات الضوئية الناقصة تظهر كخطوط قاتمة فى الطيف . وأول من اكتشف هذه الخطوط هو صانع الأدوات البصرية الألمانى يوسف فون **فراونهوفر** (١٧٨٧-١٨٢٦)، فى سنة ١٨١٤

وكل عنصر ينتج خطوطا قاتمة معينة لا ينتجها أى عنصر آخر ، وهذه الخطوط القاتمة تكون دائماً فى نفس المكان ، بشرط ألا يتحرك مصدر الضوء بالنسبة للمراقب .

ويمكن قياس ذلك المكان بدقة . وإذا أخذ مصدر الضوء فى الابتعاد تحركت الخطوط القاتمة فى اتجاه الطرف الأحمر من الطيف ويسمى هذا **الإزاحةالحمراء** . أما إذا أخذ مصدر الضوء فى الاقتراب، فإن الخطوط القاتمة تتحرك فى اتجاه الطرف البنفسجى من الطيف، ويسمى هذا **الإزاحة البنفسجية** .

وكلما ازدادت الإزاحة الحمراء زادت سرعة ابتعاد مصدر الضوء ، وكلما ازدادت الإزاحة البنفسجية زادت سرعة اقترابه . ويحدث هذا أيا كانت المسافة ، بشرط أن يتسنى عمل طيف للمصدر الضوئى البعيد .

وليس هذا من السهولة بمكان ، لكن الفلكيين تعلموا صنع أطياف صغيرة جداً من ضوء نجم واحد . والأهم من ذلك أنه ، بعد اختراع التصوير الفوتوغرافى سنة ١٨٣٩ على يد المخترع الفرنسى لوى جاك **داجير** (١٧٨٩-١٨٥١) ، تعلم الفلكيون كيف يلتقطون صورا فوتوغرافية لتلك الأطياف الدقيقة ، ويدرسون الخطوط القاتمة فيها ، ويقيسون المراكز ليعرفوا صوب أى اتجاه تحولت وبأى مقدار . وبهذه الطريقة بات فى استطاعتهم أن يفصحوا عن مدى سرعة ابتعاد نجم أو اقترابه .

وحدث أول استخدام ناجح لهذه التقنية فى ١٨٦٨ عندما قاس الفلكى الانجليزى «وليم **هاجنز**» (١٨٢٤-١٩١٠) مقدار تحول الخطوط القاتمة فى طيف النجم الساطع «الشعرى اليمانية» ووجد أنه يبتعد .

ومع تحسن التقنية ، درست أطياف نجوم أكثر فأكثر خفوتا . فوجد أن بعضها يقترب وبعضها يبتعد ، بعضها بسرعات منخفضة نسبيا وبعضها بسرعات تبلغ ٦٥ ميلا (١٠٠ كيلومتر) فى الثانية فأكثر .

ثم جاء الفلكى الأمريكى فستو ملفن**سليفر** (١٨٧٥-١٩٦٩) فدرس فى ١٩١٢ طيف سديم أندروميدا الذى لم يكن يعرف بعد أنه مجرة . كان طيفاً متوسطاً لنجوم كثيرة جدا ، لكنه وجد فيه خطوطا قاتمة واستطاع قياس موقعها . فوجد أن أندروميدا تقترب بسرعة ١٢٥ ميلا (٢٠٠ كيلومتر) فى الثانية . كانت هذه سرعة كبيرة بعض الشئ لكنها لم تكن كبيرة جدا ، ولم تسترع انتباه سليفر كشئ غير مألوف .

غير أنه بحلول ١٩١٧ بدت الأمور محيرة بعض الشئ . كان سليفر قد مضى يقيس حركة خمسة عشر سديما مختلفا تشبه أندروميدا لكنها أشد خفوتا (وبالتالى أبعد عنا على الأرجح) . ومن هذه السدم ، كانت أندروميدا وسديم آخر يقتربان والثلاثة عشر الأخر تبتعد كلها . وفضلا عن ذلك كانت السدم الآخذة في الابتعاد تبتعد بسرعات عالية إلى درجة غير مألوفة ، متحركة بسرعات تبلغ ٤٠٠ ميل (٦٤٠ كيلومترا) فى الثانية فأكثر .

وبعد أن اكتشف أن هذه السدم هى فى حقيقة الأمر مجرات بعيدة ، اشتد الاهتمام بحركاتها . وواصل المهمة فلكى أمريكى آخر هو «ملطن لاسال **هيوماسون**» (١٨٩١-١٩٧٢) . فأخذ فى عدة أيام لقطات فوتوغرافية نهارية فى نفس التوقيت للحصول على أطياف مجرات خافتة جدا ، وظلت كلها تسجل إزاحات حمراء . كانت كل المجرات تبتعد ، وكلما كانت أشد خفوتا كان ابتعادها أسرع . وفى ١٩٢٨ وجد هيوماسون مجرة تبتعد بسرعة ٢٣٥٠ ميلا (٣٨٠٠ كيلومتر) فى الثانية ، وبحلول سنة ١٩٣٦ كان يسجل بساعات ميقاتية حالات ابتعاد بسرعة ٢٥٠٠٠ ميل (٤٠٠٠٠ كيلومتر) فى الثانية .

كان هابل ، وهو أول من شاهد النجوم فى أندروميدا ، يعمل مع هيوماسون . وبذل قصارى جهده لتقدير بعد مجرات شتى . فبالنسبة للمجرات القريبة بما فيه الكفاية ، لجأ إلى استخدام «السفائد» . وبالنسبة للمجرات البعيدة إلى درجة أن السفائد كانت أشد خفوتا من أن يمكن رؤيتها ، استخدم هابل ماتحتويه من نجوم شديدة السطوع ، مفترضا أنها ستكون مضيئة بنفس القدر مثل أسطع النجوم فى مجرتنا . وإذا كانت مجرة ما بعيدة إلى درجة يتعذر معها رؤية أسطع نجومها ، فإنه قدر البعد بناء على مقدار السطوع الكلى للمجرة برمتها .

وبحلول ١٩١٩ كانت لديه بيانات كافية رأى أنها تسمح له بأن يعلن أنه كلما كانت مجرة ما أبعد زادت سرعة ابتعادها . وإذا كانت مجرة ما تبعد عنا مسافة تبلغ ضعف بُعد مجرة أخرى عنا ، فإن المجرة الأولى تبتعد بمثلى سرعة المجرة الأخرى . وسمى هذا «قانون هابل» .

ولكن لماذا يكون هذا كذلك ؟ النتيجة المنطقية هى أن الكون يتمدد .

وتوجد المجرات فى مجموعات (عناقيد ، حشود) ، وداخل المجموعات تمسك الجاذبية كل المجرات فى قبضتها ، بحيث يمكن أن تتحرك مجرتان فى مجموعة واحدة تحركا بطيئاً ، الواحدة نحو الأخرى أو بعيدا عنها . وتقع أندروميدا فى نفس المجموعة التى بها درب التبانة ، وهذا هو سبب اقترابهما من بعضهما البعض ببطء . وبمرور الزمن يمكن أن تبدأ الاثنتان فى الابتعاد عن بعضهما .

غير أن الحشود المختلفة من المجرات تبتعد دائما عن بعضها البعض . وليس المقصود أنها آخذة فى الابتعاد عنا ، إنها تبتعد الواحدة عن الأخرى . ولو كنا واقفين فى أى مجرة أخرى لبدت لنا أيضا المجرات البعيدة كلها تبتعد عنا .

وواقع الأمر أن هناك من تنبأ بأن الكون يتمدد . ففى ١٩١٦ كان عالم الفيزياء الألمانى السويسرى «ألبرت **اينشتاين**» (١٨٧٩–١٩٥٥) قد انتهى من وضع نظريته «النظرية العامة للنسبية» التى وصف فيها – بمجموعة من المعادلات – كيف تؤدى الجاذبية عملها، كما وصف كل شئ آخر تقريبا ذا صلة ببنية الكون الهائلة .

وفى ١٩١٧ أوضح الفلكى الدنماركى «فلِّم ده **سيتر**» (١٨٧٢–١٩٣٤) أن معادلات أينشتاين تتنبأ – فيما يبدو – بأن الكون يتمدد . فى ذلك الوقت لم يكن هناك مايشير إلى أن هذا مايحدث ، لذا أضاف أينشتاين حدا إلى معادلاته ليجعل من الممكن حلها بطريقة تبين أن الكون ساكن . وعندما اتضح فى النهاية أن الكون يتمدد أزال أينشتاين ذلك الحد الخاص وسماه أكبر خطأ علمى ارتكبه فى حياته .

ولكن إذا كان الكون يتمدد ، فماذا تكون النتيجة لو أننا نظرنا بمزيد ومزيد من العمق فى الماضى السحيق، كما لو أننا ندير فيلما سينمائيا إلى الوراء ؟

لقد فعل هلمهولتز ذلك عندما استقر على أن الشمس تنكمش . نظر إلى الماضى وتأمل الطريقة التى سوف تتمدد بها الشمس فى تصوره . وعلى هذا النحو حسب عمر الأرض بتحديد الزمن الذى تستغرقه الشمس لتتمدد حتى تسد مدار الأرض فى ظروف فيلم يدار إلى الوراء (معكوسا) .

كذلك ، عندما أدرك چورچ داروين أن القمر يبتعد عن الأرض ، تفحص الماضى بمشاهدة الفيلم معكوسا ، وحسب الطريقة التى يكون القمر بها آخذاً فى الاقتراب من الأرض وفقا لهذا التصور . وهكذا قرر أن القمر كان فى الأصل جزءا من الأرض .

لقد انتهى كل من هلمهولتز وداروين إلى نتائج خاطئة ، لكن لم يكن ذلك ذنب فكرة مشاهدة الفيلم معكوسا ، بل كان يعزى لأسباب معقدة أخرى .

فماذا يحدث إذن لو أننا عكسنا فيلم تمدد الكون ؟ لو نظرنا إلى الوراء عبر ملايين السنين لشهدنا الكون ينكمش . ولشهدنا مجموعات المجرات تقترب أكثر فأكثر من بعضها البعض ، وربما يستمر ذلك إلى أن تندمج كلها سويا ، بحيث تتجمع كل محتويات الكون فى كتلة ضخمة واحدة .

هكذا كان يفكر الفلكى البلچيكى چورچ إدوار **لومتر** (١٨٩٤-١٩٦٦) قبل أن يتوصل هابل إلى قانونه . تصور «لومتر» الوضع الأصلى حيث كل محتويات الكون مجتمعة فى كتلة وأطلق على تلك الكتلة اسم **البيضة الكونية** . وتخيل أن هذه البيضة الكونية غير مستقرة وأنها انفجرت ورأى أن مجموعات المجرات مازالت متناثرة بعيدا عن بعضها البعض نتيجة لذلك الانفجار الهائل الذى يفوق التصور .

وكان عالم الفيزياء الروسى - الأمريكى «چورچ **جامو**» (١٩٠٤-١٩٦٨) من ضمن الفلكيين الذين أثارت فكرة «لومتر» اهتمامهم فورا . فأطلق على الانفجار الأصلى اسم **الانفجار الكبير** وانتشرت هذه العبارة .

وبطبيعة الحال ، لم يلق «الانفجار الكبير» قبولا لدى الجميع . لقد بدا شطحة ذهنية محضة ولم يكن ثمة دليل مؤيد لها سوى أن الكون آخذ فى التمدد ، وعلى كل ربما كان يتذبذب ليس إلا . لقد حدث أنه مضى عليه بعض الوقت وهو يتمدد ، لكنه قد يأخذ فى الانكماش بعض الوقت ، وهلم جرا .

بيد أن جامو أوضح فى ١٩٤٨ أن «الانفجار الكبير» لابد أن يلازمه ارتفاع هائل فى درجات الحرارة والإشعاعات تبرد حتما بالتدريج مع تمدد الكون . بل إنه ، حتى فى الوقت الراهن ، لابد أن يوجد شكل من الموجات الإشعاعية الآتية بالتساوى من كل أركان السماء .

وفى ١٩٦٤ قام فعلا اثنان من علماء الفيزياء الأمريكيين ، هما «أرنو آلان **بنزياس**» (ولد ١٩٣٣ فى ألمانيا) و«روبرت وودرو **ويلسون**» (ولد ١٩٣٦) ، باكتشاف هذا الإشعاع الآتى من كل أركان السماء فكان مطابقا بالضبط لما وصفه به «جامو» . ومن ذلك الوقت غدت فكرة الانفجار الكبير مقبولة لدى جميع العلماء تقريباً .

وقد حاول علماء الفيزيقا النظرية ، بصفة خاصة ، معرفة الظروف التى يرجح أنها كانت سائدة بعد وقوع «الانفجار الكبير» ، وسنعرض لهذا بعد قليل .

ولكن قبل أن نفعل ، لنطرح على أنفسنا السؤال الذى يجب أن يسأله أى واحد مهتم بمسألة البدايات . متى وقع «الانفجار الكبير» ؟

يمكن حساب ذلك إذا كنا نعرف المسافات الفاصلة بين مجموعات المجرات ومدى سرعة ابتعادها عن بعضها البعض . فكلما بعدت عن بعضها البعض طال الزمن الذى تستغرقه فى الالتحام لو انعكس الفيلم . وكلما زاد بطء انفصالها عن بعضها البعض زاد بطء التحامها لو أنك عكست عرض الفيلم وطالت المدة التى يستغرقها ذلك الالتحام .

وقد حكم هابل على بعد مجرة أندروميدا استنادا إلى فترات وإلى مدد سطوع «السفائد» التى استطاع أن يستبين وجودها بداخلها . وانتهى إلى تقدير بُعد مجرة أندروميدا بمقدار ٨٠٠٠٠٠ سنة ضوئية . وهذه مسافة شاسعة تبلغ خمسة أمثال بعد سحابتى ماچلاّن . وجاء تقديره لبعد كل من المجرات الأخرى مبنيا إلى حد ما على الرقم الخاص ببعد مجرة أندروميدا .

وباستخدام تلك المسافات وطريقة تزايد سرعة الابتعاد فى تلك المسافات ، جاء تقديره أنه ، لو انعكس الفيلم لالتحمت كل المجرات بعد ٢٠٠٠ مليون سنة . وكان معنى هذا أن «الانفجار الكبير» وقع ، والكون بدأ قبل ٢٠٠٠ مليون سنة .

وقد أثار هذا نفس نوع الغضب الذى ثار قبل ذلك بثمانين سنة عندما أوحت فكرة انكماش الشمس المزعوم بأن عمر الأرض لايزيد عن ١٠٠ مليون سنة . وكان الچيولوچيون وعلماء البيولوچيا يعرفون آنذاك أن عمر الأرض ونشأة الحياة يزيدان عن ١٠٠ مليون سنة ، ويعرفون فى الثلاثينات أن عمر الأرض ونشأة الحياة يزيدان عن ٢٠٠٠ مليون سنة .

تمسك الفلكيون لبعض الوقت بالبيانات المستمدة من المجرات ، لكن الأمر بدا لهم مهزوزا من بعض النواحى . فمجرة أندروميدا كانت فى تقديرهم أصغر من مجرة «درب التبانة» وكذلك شأن كل المجرات الأخرى . وبدا مثيراً – إلى حد ما – للشك والارتياب أن تكون مجرتنا أكبر حجماً إلى هذا الحد . ثم إن مجرة أندروميدا تحتوى – مثل

مجرة «درب التبانة» - على حشود كروية ، لكن الحشود الكروية فى أندروميدا تبدو أشد خفوتاً بكثير من الحشود الكروية لمجرتنا .

فهل يمكن أن تكون مجرة أندروميدا وكل المجرات الأخرى أبعد عنا مما نظن ؟ وإذا كانت أبعد مما نظن فينبغى أن تكون أضخم لكى تبدو بالحجم الذى نراها عليه ، ولابد أن تكون أكثر لمعانا لكى تسطع بالقدر الذى نلاحظه .

فى ١٩٥٢ درس الفلكى الألمانى - الأمريكى والتر باده (١٨٩٣-١٩٦٠) «السفائد» بعناية شديدة ووجد أن ثمة نوعين منها . وباستطاعتك أن تحسب بعد أحد النوعين وفقا للمعادلات التى وضعها ليفيت وشابلى ، لكن النوع الآخر يستلزم معادلة مختلفة .

وتشاء الصدف أن يكون شابلى قد استخدم النوع السليم من «السفائد» لتحديد حجم مجرة درب التبانة وبُعد سحابتى ماچلاّن . غير أن هابل كان قد طبق المعادلات - دون أن يعرف ماتقدم - على النوع الآخر من «السفائد» عند حساب المسافات التى بيننا وبين المجرات . ولو أن المعادلات الجديدة والسليمة طبقت على «السفائد» الموجودة فى مجرة أندروميدا ، لاتضح أنها أبعد كثيرا مما ظن هابل . وبدلا من أن يكون بعدها ٨٠٠٠٠٠ سنة ضوئية ، فإنه نحو ٢٣٠٠٠٠٠ سنة ضوئية ، أى أن أندروميدا نحو ثلاث مرات أبعد مما ظُنّ من قبل .

وبالإضافة إلى ذلك ، فإن البحوث المتواصلة التى أجريت للإزاحات الحمراء وإجراء قياسات أكثر دقة ، تعطى انطباعاً بأن المجرات تبتعد عن بعضها البعض بسرعات أبطأ كثيرا مما ظن هابل .

وكلا التغييرين يجعلان زمن «الانفجار الكبير» أقدم كثيرا مما ظُن من قبل . ومازال الفلكيون غير متفقين تماما على وقت حدوثه ، فيما عدا أنه بعيد بما فيه الكفاية لإرضاء الچيولوچيين والبيولوچيين . فيعتقد بعض الفلكيين أن «الانفجار الكبير» وقع قبل نحو ١٠٠٠٠ مليون سنة ، ويرى آخرون أن الرقم ينبغى أن يكون ٢٠٠٠٠ مليون سنة قبل الآن . وربما كان الأسلم ، لحين حدوث اكتشافات جديدة ، أن نفترض أنه وقع قبل ١٥٠٠٠ مليون سنة .

ومع ذلك، فإن «الانفجار الكبير» يترك بعض المشاكل قائمة . ذلك أن الفلكيين يفترضون أن الكون في أيامه الأولى كان يجمع بين المادة والطاقة في ترتيب مصقول ومستو . فلماذا ، إذن ، يكون الكون الآن «مبعثرا» يتكون من مجرات ومجموعات مجرات يفصل بينها فضاء خال ؟

ثم إن الفلكيين غير متأكدين تماما من أن ما يقال عن مقدار المادة والطاقة الموجودين هو كل الحقيقة ، وكم بالضبط يمكن أن يبلغ متوسط كثافة المادة في الكون . فإن كان مقدار المادة أكبر من مقدار معين فإن تمدد الكون سوف يبطؤ تدريجيا جدا إلى أن يتوقف ، وبعد ذلك يبدأ في الانكماش من جديد . وإن كان مقدار المادة أقل من قدر معين ، فإن الكون سوف يتمدد إلى الأبد . والظاهر أن الكثافة الحالية قريبة من ذلك القدر المعين إلى درجة أن الفلكيين لايستطيعون التأكد من سلامة هذا الاحتمال أو ذاك . ويبدو أنها لصدفة محيرة أن يكون رقم الكثافة قريباً إلى هذا الحد من ذلك القدر المعين .

وقد حاول الفلكيون وعلماء الفيزياء أن يعودوا في عملهم إلى «الانفجار الكبير» ، مفترضين أن قوانين الطبيعة تسري مهما رجعوا إلى الماضي السحيق . فأجروا حسابات تتناول كونا يزداد صغراً فصغراً كلما عادوا إلى الوراء في الزمن ، ويزداد سخونة على سخونة .

وبحلول ١٩٧٩ استقروا على أن كل شئ يتوقف على الأحداث التي وقعت في الثانية الأولى التي أعقبت «الانفجار الكبير» .

وفي ١٩٨٠ ارتأى عالم الفيزياء الأمريكي «آلان هـ. جَث» أنه بعد «الانفجار الكبير» مباشرة جاءت فترة من التضخم الفجائي والهائل . والواقع أن ذلك التضخم وقع وانتهى بعد انقضاء جزء من مليون من تريليون التريليون من الثانية . وكانت درجة حرارة الكون آنذاك أكثر من تريليون التريليون درجة . ونقل التضخم الكون من حجم كان أصغر كثيرا من البروتون إلى نقطة قطرها سنتمتر واحد، ومنها تمدد بعد ذلك كماجاء وصف ذلك في تصورات سابقة .

وقد حلت فكرة الكون المتمدد inflationary universe بعضاً من المشاكل التي أثارتها فكرة «الانفجار الكبير» ، لكن الفلكيين مازالوا يشذبونها لكي تحظى بمزيد من الرضا والقبول .

ولكن هل «الانفجار الكبير» هو البداية الحقيقية لكل شئ ؟ من الممكن أن يكون الكون قد بدأ فى صورة جسم دقيق للغاية يختزن بداخله كل كتلته وطاقته الهائلتين ، ولكن من أين جاء ذلك الجسم ؟

فى ١٩٧٣ تصدى للمشكلة عالم الفيزياء الأمريكى «إدوارد ب. **ترايون**» مستعينا بميكانيا الكم . وميكانيكا الكم أسلوب لمعالجة سلوك الجسيمات دون الذرية وفقا لمعادلات رياضية توصل إليها فى العشرينات علماء مثل الفيزيائى النمساوى «إرڤن **شرودنجر**» (١٨٨٧-١٩٦١) والفزيائى الألمانى ڤرنر كارل**هايزنبرج** (١٩٠١-١٩٧٦) . ومنذئذ ثبت أن ميكانيكا الكم نجحت نجاحاً مؤزراً وصمدت لكل الاختبارات .

وقد بين ترايون أنه طبقا لميكانيكا الكم يمكن أن يظهر كون كجسم دقيق انطلاقا من لاشئ . وعادة مايختفى مثل هذا الكون بسرعة مرة أخرى ، لكن هناك ظروف قد لايختفى فيها .

وفى ١٩٨٢ جمع أليكساندر**فيلنكين** بين فكرة ترايون والكون المتمدد وبين أن الكون يمكن أن يتمدد بعد ظهوره ويكتسب طاقات هائلة على حساب الحقل المغنطيسى الأصلى ، ولايختفى . غير أن تمدده سوف يبطئ فى النهاية ، ثم يتوقف ، ثم يبدأ الكون فى الانكماش ويعود إلى حجمه الأصلى الدقيق ودرجة حرارته الهائلة ، ثم يتعرض لـ «**انسحاق كبير**» يختفى بسببه فى اللاشئ الذى أتى منه .

وبطبيعة الحال ، فإنه فى البحور اللانهائية للاشئ (وهو يذكرنا بشكل ما بالبحر اللانهائى للشواش أو العماء chaos الذى تصور الإغريق أنه نقطة البداية) يمكن أن يكون هناك أعداد لانهائية من الأكوان من كل الأحجام تبدأ وتنتهى - بعضها بدأ أزمانا طويلة لايمكن تصورها قبل كوننا ، وبعضها سوف يبدأ وينتهى بعد كوننا بزمن طويل لايمكن تصوره .

غير أنه لا يبدو محتملا أننا سنعرف أبدا أى أكوان أخرى . قد يكون قدرنا ألا نعرف سوى كوننا ، وقد تتبعناه رجوعاً إلى مايحتمل جدا أن يكون بدايته المطلقة قبل نحو ١٥٠٠٠ مليون سنة ، مع التنبؤ بما يحتمل جدا أن يكون نهايته المطلقة فى زمن غير محدد فى المستقبل .

وبذلك انتهت مهمة هذا الكتاب .

ملاحق

صفحة

(1) كشاف إنجليزى بأسماء العلماء والمخترعين والمكتشفين والأعلام والأسماء الجغرافية

(2) معجم إنجليزى - عربى

Acorn worm	الدود الكرنى
Albatross	القَطرَس (طير)
Alligator	القاطور (نوع من التمساح)
Alpha Centauri	ألفا القنطورى (نجم)
Anaerobic bacteria	بكتريا لاهوائية
Andromeda galaxy	مجرة المرأة المسلسلة
Anemones	شقائق النُعمان
Angular momentum	كمية التحرك الزاوى
Animalcules	حُيَيوانات
Annelids (phylum)	(شعبة) الحلقيات
Anthropoid apes	القردة العليا المشابهة للإنسان
Ape - man	الإنسان القردى
Apes	القردة العليا (غير المذنبة)
Arachnides	العنكبوتيات
Arthropoda	المفصليات
Asteroid	نُجَيم
Australopithecines	أشباه القردة الأفريقيون
Australopithecus	الإنسان القردى الجنوبى
Barbary ape	القرد غير المذنّب البربرى
Bee humming bird	الطائر الطنّان
Big Bang	الانفجار الكبير
Big Crunch	الانسحاق الكبير

Bilateral Symmetry	تماثل الجانبين
Bony fish	سمك عظمى
Botulism	تسمم غذائى
Cain	قابيل / قايين (فى التوراة)
Capillaries	شعيرات
Carboniferous	(العصر) الكربونى
Carnosaur	الكرناصور = سحلية/عظاءة لاحمة
Catastrophism	الكارثية (التفسير بالكوارث)
Caterpillar	اليسروع
Cave bear	دب المغارات
Cell walls	جدران خلوية
Cepheid(s)	سفيد (سفائد)
Chaos	الشواش ، العماء
Chitin	القيتين
Chlorophyll	اليخضور ، الكلوروفيل
Chondrichthyes	الأسماك الغضروفية ، كوندريكتيات
Chordata	الحبليات
Christian era	الحقبة المسيحية (من السنة ١ للآن)
Chronology	التزمين ، التسلسل الزمنى للأحداث
"Cilia"	رموش ، شعيرات كالرموش
Clams	البطلينوس ، اللزّيق
Clawed thumb	إبهام مخلبى
Cloning	استنساخ
Clusters of galaxies	حشود مجرات

Cocoon	شرنقة
Coelacanths	سيليكانت (أسماك ذات عمود فقرى مجوف)
Coelenterates	الهوشيات ، اللاحشويات (نوات المصران المجوف)
Comet	مذنّب
Common Ancestor	السلف المشترك ، الجد الأعلى المشترك
Common era	الحقبة العامة
Connective tissue	النسيج الضامّ
Continental drift	الانجراف القارى
Continental shelf	الرف القارى
Cosmic egg	البيضة الكونية
Cosmos	الكون
Cretaceous	العصر الطباشيرى
Crocodilia	التمساحيات
Cro-Magnon man	إنسان كرو - مانيون
Crossopterygians	كروصوپتيريجيان (نوات الزعانف الطرفية)
Cuneiform	الكتابة المسمارية
Cytoplasm	السيتوبلازم
"Descent of man"	انحدار الإنسان (كتاب لداروين)
Diffraction	الحيود
Dionysian era	الحقبة الديونيزية
Dirigible	منطاد
DNA	دنـــا
Doppler effect	ظاهرة ضوپلر
Double helix	الحلزون المزدوج

Dragonfly	اليعسوب
Dust clouds	سُحُب الغبار
Echidna	قنفذ النمل
Echinoderm	قنفذى الجلد
Echolocation	تحديد الموقع بالصدى
Ectoderm	الجلد الخارجى
Eel	سمكة الانكليس (ثعبان الماء)
Egg cell	خلية البيضة
Endoderm	الجلد الداخلى
Enzymes	الإنزيمات
Epoch	فترة
Era	حقب
Escape velocity	سرعة الإفلات
Estivation	البيات الصيفى
Evolution, biological	التطور البيولوچى
Evolutionary history	تاريخ النشوء الارتقائى
Excavation (s)	الحفيرة (الحفائر)
Exodus	سِفْر الخروج (فى التوراة)
Eye socket	مَحجِر العين
Ferment	الخُمرة
Fertilized ovum	بويضة مخصبة
Flood, Noah's	طوفان نوح
Flying fish	السمك الطائر

Fossil(s)	حفرية (حفريات)
Galaxy	مجرّة
Gelatine	هلام ، چيلاتين
Genes	چينات
Genesis	سفر التكوين (فى التوراة)
Genetic code	الشفرة الچينية (الوراثية)
Germ layers	طبقات الحُبَيّات
Germ theory of disease	نظرية الأصل الجرثومى للمرض
Gills	الخياشيم
Gill slits	شقوق خيشومية
Glider	طائرة شراعية
Gliding animals	حيوانات محلقة
Globular clusters	حشود كروية
Goliath beetle	الخنفساء العملاقة
Great dying	مقتلة جماعية
Great global rift	الأخدود العالمى العظيم
Gregorian calendar	التقويم الجريجورى
Ground sloth	الدب الكسلان الأرضى
Hemichordata	النصف حبليات
Hemoglobin	اليحمور (الهيموجلوبين)
Herding	الرعى
Hominid	شبيه الإنسان
Hominoid	بشراوى
Homo erectus	الإنسان الواقف/ المنتصب القامة

Homo habilis	**الإنسان الحاذق**
Homo sapiens	**الإنسان العاقل**
Homo sapiens sapiens	**الإنسان العاقل العاقل**
Homo troglodytes	**الإنسى ساكن الكهوف**
Horseshoe crab	**ملك السراطين**
Hydrophobia	**هيدروفوبيا (الخوف المرضى من الماء)**
Inflationary universe	**الكون المتمدد**
Integrative holistic approach	**المدخل الكلى التكاملى**
Interloper	**المتطفّل**
Interstellar space	**الفضاء الواقع بين النجوم**
Invertebrates	**اللافقاريات**
Irish elk	**الأيّل الإيرلندى**
Isostasy	**توازن القشرة الأرضية**
Jawed fish	**سمك بفكّ**
Jewish mundane era	**الحقبة الدنيوية اليهودية (التقويم العالمى اليهودى)**
Keel	**الجؤجؤ**
Kinetic energy	**الطاقة الحركية**
Kinetic theory of heat	**النظرية الحركية للحرارة**
Knobs	**العُجَر**
Kodiac bear	**دب آلكودياك (ألاسكا)**
Komodo dragon	**تنين (سحلية) كومودو**

Lamprey	سمك الجلكا
Land	اليابسة
Larva	يرقة
Latimeria	لاتيمريا (نوع من سمك الـ «سيليكانت»)
Lemurs	(قردة) الليمور
Life	الحياة ؛ الكائنات الحية
Light year	سنة ضوئية
Limbs	أطراف (الإنسان ، الفقاريات)
Lizard	سحلية ، عظاءة
Lobster	كَركَند
Lung fish	سمك رئوى (برئة)
Magma	الصُهارة
Mass extinction	انقراض جماعى (واسع النطاق)
Mercury	عطارد
Mesoderm	الميزودرم ، الجلد الأوسط
Meteor	شهاب
Meteorite	نيزك
Microorganisms	أحياء دقيقة
Mid-Atlantic ridge	سلسلة مرتفعات وسط الأطلنطى
Milky way	درب التبانة / اللبانة
Missing link	الحلقة المفقودة
Mitochondria	خيوط غضروفية ، ميتوكوندريا
Mitosis	الانقسام الفتيلى
Mutation	الطفرة

Natural selection	الانتخاب الطبيعى
Nebular hypothesis	الفرضية السديمية
Neolithic	(العصر) الحجرى الحديث
Neoteny	الطفولة الممتدة
Nerve cord	حبل عصبى
Nlche	صقع ملائم بيئيا
Nothingness	اللاشئ
Notochord	حبل الظهر
Novas	(النجوم) المتوهجة
Nucleic acid	الحمض النووى
Nuclein	النووين
Nucleoprotein	البروتين النووى
Nucleotids	النوكليوتيدات ، النويديدات
Nucleus (cell-)	نوة (الخلية)
Ocean	المحيط
Ocean deeps	الأغوار السحيقة فى البحار/ المحيطات
Old Testament	العهد القديم (التوراة)
Organic soup	الحساء العضوى
Palaeontology	(علم الإحاثة)
Parallax	اختلاف الموقع الظاهرى لجسم ما بالنسبة لناظره ، اختلاف منظر (نجم)
Photolysis	التحليل الضوئى
Photo synthesis	التخليق الضوئى
Placenta	المشيمة

Pongids	القردة العليا الكبرى
Protestant Reformation	حركة الإصلاح البروتستانتية
Proxima Centauri	الأقرب القنطورى (نجم)
Radial symmetry	التماثل الشُعّى
Raft	الرمَث
Ratites	الدوارج
Red shift	الإزاحة الحمراء
Reptilian egg	بيضة الزواحف
Ridge(s)	حَيد (أحياد)
RNA	رنا (حمض ريبو النووى)
Sagittarius	كوكبة القوس والرامى
Seaweed	عشب البحر
Segment, segmentation	شدفة ، تشدّف ،
Shrew	زَبابة
61 Cygni	٦١ بجعة (نجم)
Spectroscope	المطياف
Spontaneous generation	التولد الذاتى
Spores	أبواغ
Springtail	الإذنيب
Squirrel	السنجاب
Stone Age	العصر الحجرى
Sub order	رُتَيبة
Sunfish	سمك الشمس

Swarm of bees	حَشْرم من النحل
Tadpole	أبو ذنيبة
Tectonic plates	الصفائح التكتونية
Telescope	المقراب (التلسكوب)
Toad	العلجوم
Transforming principle	مصدر التحويل
Trilobites	ثلاثيات الفصوص
Tunicates	الزِّقيّات
Uniformitarian principle	مبدأ الاتساق
Urease	البَولاز
Vacuum	الخواء
Varves	الرقائق الحولية
Wingspan	باع الجناحين



(3) معجم عربى - إنجليزى

الاتساقية ، مبدأ الاتساق	Uniformitarian prineiple
الآثار (علم)	Archaeology
أجناث (أسماك بدون فك)	Agnath
الإحاثة (عالم) ، الإحاثى	Paleontology
الأحماض النووية	Nucleic acids
الأحياء الدقيقة	Microorganisms
اختلاف منظر (أحد النجوم)	Parallax
الأخدود العالمى العظيم	Great global rift
الأخصوريات	Ichtyosaurs
الإذنيب	Tadpole
الأرجون (غاز)	Argon
أريحا	Jericho
الإزاحة الحمراء	Red shift
الإسفنج	Sponge
الأصقاع الملائمة بيئيا (ذات البيئة الملائمة)	Niches
الأقرب القنطورى (نجم)	Proxima centauri
الإنسان الحاذق	Homo habilis
الإنسان ساكن الكهوف	Homo troglodytis
الإنسان العاقل العاقل	Homo sapiens sapiens
الإنسان الواقف (المنتصب القامة)	Homo erectus
الانقراض الجماعى	Mass extinction
الـ أوروكس (سلف الثور البرى)	Aurochs

Mitosis	الانقسام الفتيلى
Australopithecines	أشباه القردة الإفريقيون
Ape-man	الإنسان القردى
Alpha centauri	ألفا القنطورى (نجم)
Natural selection	الانتخاب الطبيعى
Big crunch	الانسحاق الكبير
Big Bang	الانفجار الكبير
Andromeda galaxy	أندروميدا (مجرة) = مجرة المرأة المسلسلة
61 Cygni	الـ ٦١ بجعة (نجم)
Anphibia	البرمائية
Protozo	البروتوزوا (الحيوانات الأولى)
Hominoids	البشراويون
Estivation	البيات الصيفى
Evolution history	تاريخ النشوء الارتقائى
Photolysis	التحليل الضوئى
Photosynthesis	التخليق الضوئى
Classification of living things	تصنيف الأحياء
Chronology	التسلسل الزمنى للأحداث
Evolution	التطور ، النشوء والارتقاء
Jeuish mundane era	التقويم الدينى اليهودى (الحقبة الدنيوية اليهودية)
Bilateral symmetry	تماثل الجانبين

Radial symmetry	التماثل الشُعَّى
Spontaneous generation	التولد التلقائى
Isostosy	توازن القشرة الأرضية
Tiamat and Marduk	تيامات ومردوك
Black hole	الثقب الأسود
Monotremes	الثقب الواحد (ذوات) (للتبرز والتبول والولادة)
Porifera	الثقبيات
Neolithic	الثورة النيوليثية أو ثورة العصر الحجرى الجديد
Marsupials	الجرابيات ، الكيسيات
Exoderm	الجلد الخارجى
Endoderm	الجلد الداخلى
Lamprey	الجلكا (سمكة)
Keel	الجؤ جؤ
Notochord	حبل الظهر
Nerve chord	الحبل العصبى
Chordates	الحبليات
Rosetta stone	حجر رشيد
Organic soup	الحساء العضوى
Globular clusters	الحشود الكروية
Excavations	الحفائر

Fossils	الحفريات
Roman era	الحقبة الرومانية
Christian era	الحقبة المسيحية
Double helix	الحلزون المزدوج
Missing link	الحلقة المفقودة
(Phylum) annelids	الحلقيات (شعبة)
Amino Acids	الأحماض الأمينية
Blue whale	الحوت الأزرق
Bony ridge	الحيد العَظْمِي (فوق الحاجب)
Gliding animals	الحيوانات المحلقة
Diffraction	الحيود (ظاهرة)
Animalcules	الحييوانات
Snout	الخَطْم
Bat	الخفاش
Ferments	الخمائر
Goliath beetle	الخنفساء العملاقة
Gills	الخياشيم
Ground sloth	الدب الكسلان الأرضى
Kodiak Bear	دب الـ «كودياك» (ألاسكا)
Cave Bear	دب المغارات
Milky way	درب التبانة أو اللبانة
Dryopithecus	الـ «درايوبثيكس» (المرشح جدا أعلى للقردة العليا والكائنات البشرية)

دنا : حمض دياوكسيريبو نوكليك	Dna, desoxyribonucleic acid
الدوارج (طيور لا تطير)	Rotites
الدود الكرنى	Acorn worms
الرُخّ (طائر خرافى)	Roc
الرصاص	Lead
الرعى	Herding
الرقائق الحولية	Varves
الرمث	Raft
رنا : حمض ريبونوكليك	Rna, ribonucleic acid
الرياح الشمسية	Solar wind
الزَبابة	Tree shrew
زحل	Saturn
زخم الدوران	Rotational momentam
زعانف (طويلة مفلطحة تشبه اليد)	Flippers
الزعانف اللحمية	Flesh fins
الزعانف المدعومة	Ray fins
سحب الغبار فيما بين النجوم	Interstellar dust clouds
السمك الطائر	Flying fish
السياط	Flagcllae
سحابتا ماچلان (الكبرى والصغرى)	Magellan clouds
سحلية	Lizard
سرعة الإفلات	Escape velocity

سفر التكوين (فى « التوارة »)	Genesis
سفر الخروج (فى « التوراة »)	Exodus
السفائد	Cepheids
سلسلة مرتفعات وسط الأطلنطى	Mid-Atlantic Ridge
سمك الثعابين	Eel
السمك الرئوى	Lung fish
السمك العظمى	Bony fish
سمك بفك	Jawed fish
السمندل العملاق الصينى	Giant Salamander
السنة الضوئية	Light-year
السنجاب الطائر	Flying squirrel
شبيه الإنسان	Hominid
شد الجاذبية	Gravitational pull
شدفة ، تشدف	Segment segmentation,
الشعرى اليمانية (نجم)	Sirius
الشفرة الوراثية	Genetic code
الشقوق الخيشومية	Gill slits
الشهب	Meteors
الشواش (العماء)	Chaos
الصخور الرسوبية	Sedimentary rocks
الصفائح التكتونية	Tectonic plates
الصونار	Sonar
الصيادون وجامعو الثمار	Hunters and gatherers

Air pressure	**ضغط الهواء**
Predators	**الضوارى (المفترسة)**
Doppler effect	**ضوپلر (ظاهرة)**
Bee humming bird	**الطائر الطنان**
Airplane	**الطائرة**
Glider	**الطائرة الشراعية**
Kinetic energy	**الطاقة الحركية**
Germ layers	**طبقات الحُيَيّات**
Algae	**الطحالب**
Mutation	**الطفرة**
Neoteny	**الطفولة الممتدة**
Noah's flood	**طوفان نوح**
Knobs	**العجر**
Bronze age	**عصر البرونز**
Neolithic / New Stone Age	**العصر الحجرى الجديد**
Paleolithic/Old stone age	**العصر الحجرى القديم**
Iron age	**عصر الحديد**
Sparrow	**العصفور**
Mercury	**عطارد**
Lizard	**العظاءة ، السحلية**
Toad	**العلجوم (شبيه الضفدع)**
Spiders	**العناكب**
Arachnids	**العنكبوتيات**
Jesus	**عيسى / يسوع**

Cell membranes	الأغشية الخلوية
Cartilage	الغضروف
Nebular hyothesis	الفرضية السديمية
Planatesimal hypothesis	الفرضية الكويكبية
Vertebrates	الفقاريات
Primordial virusoids	الفيروسويدات الأولية
Alligator	القاطور (تمساح)
Australopithecus	القرد الجنوبى
Barbary ape	القرد غير المذنّب البربرى
Gigantopithecus	القرد غير المذنّب العملاق
Apes	القردة العليا / غير المذنبة
Pongids	القردة العليا الكبرى
Anthropoid apes	القردة العليا المشابهة للإنسان
Israelite Judges	قضاة (= حكام) بنى إسرائيل
Albatross	القَطْرس
Otter	القُندُس
Jelly fish	قنديل البحر
Echidna	قنفذ النمل
Echinoderms	قنفذيات الجلد
Chitin	القيتين
Catastrophism	الكارثِية
Lobster	الكَركَند
Angulor momentum	كمية التّحرك الزاوى

الكنغر الأحمر	Red kangaroo
كوكبة القوس والرامى	Sagittarius
كومودو (تنين كومودو)	Komodo
الكون المتمدد	Inflationary universe
اللافقاريات	Invertebrates
الليمور	Lemur
الماموث	Mammoth
الماستودون	Mastodon
المايا	Maya
المتوهجة (النجوم)	Novas
مجرة	Galaxy
محجر العين	Eye socket
المحيط ، البحر المحيط	Ocean
المريخ	Mars
المسمارى (فك رموز الخط)	Decipherment of cuneiform
المشيمة	Placenta
المطياف	Spectrosoope
المفصليات	Arthropoda
مقتلة جماعية	Great dying
المقراب	Telescope
ملك السراطين	Horseshoe crab
المُوا (من الدوارج)	Moa
المونوتريم	Monotremes
الميتوكوندريا ، الخيوط الغضروفية	Mitochondria

Methane	الميثان (غاز)
Quantum mechanics	ميكانيكا الكَمّ
Starfish	نجم البحر
Stars	النجوم
Asteroids	النجيمات
Semichordata	النصف حبليات
Germ theory of disease	نظرية الأصل الجرثومى للمرض
Nucleotid	النويديدة / النوكليوتيد
Meteorites	النيازك
Neolithic	النيوليثى = العصر الحجرى الجديد
Telograph plateau	هضبة التلغراف
Jelly	الهلام
Hydrophobia	الهيدروفوبيا (السُعار)
Stand upright	الوقوف : انتصاب القامة
Land	اليابسة
Hemoglobin	اليحمور
Chlorophyl	اليخضور
Larva	اليرقة
Caterpillar	اليسروع
Dragonfly	اليعسوب

(٤) مصطلحات علمية وردت بالكتاب

Achritarchs

Actinopterygii

Aegyptopithecus

Aepyornis

Amphioxus

Anapsida

Ankylosaurus

Archaeopteryx

Armadillo

Balanglossus

Baluchiterium

Brachiosaurus

Brontosaurus

Carnosaurs

Chemosynthetic bacteria

Chloroplasts

Coelecanths

Coelenterates

Coenzyme

Collagen

Compsognathus

Cotylosaurus

Crossopterygians

Cyanobacteria

Cytoplasm

Diapsida

Diastase

Dinosaurs

Diplodocus

Dryopithecus

Elasmosaurus

Eoanthropus dawsoni

Eogyrinus

Eosuchians

Euryapsida

Eutheria

Giguantopithecus

Gondwanaland

Half-life

Hesperornis

Holocene

Ichtyornis

Iridium

Isoprene

Keratine

Laurasia

Lepidosauria

Mastodon

Mollusks

Ornithischia

Osteichthyes

Pangae

Panthalassa

Panthotheria

Parapsida

Peripatus

Phalangers

Pineal gland

Placenta

Plesiosaurs

Pliopithecus

Pongid

Prosthetic group

Pteranodon

Pterosaurs

Purgatorius

Ramapithecus

Red giant

Rhipidistians

Rhyncocephalia

Rubidium - 87

Sarcopterygii

Saurischia

Sauropoda

Stegoraurus

Synapsida

Tethys sea

Thecodonts

Thera

Theriodonts

Theropoda

Titanotheres

Tyrannosaurus Rex

Variable stars

سيرة ذاتية

المؤلف : * **إسحاق عظيموف** (١٩٢٠ - ١٩٩٢م) .

* عمل بالتدريس فى جامعة كولومبيا بنيويورك ، واستقال فى عام ١٩٥٨ ليكرس وقته للكتابة والتأليف .

* من أشهر مؤلفاته «المرشد إلى العلوم» وكتاب فى تاريخ الكيمياء ، وآخر فى تاريخ الفيزياء .

* أنشأ فى عام ١٩٧٨ مجلة للخيال العلمى .

المترجم : * **ظريف عبد الله** .

* محام بالمعاش وموظف باليونسكو ومنظمات الأمم المتحدة - متقاعد .

* من ترجماته المنشورة «مفاتيح أولى للصين» (١٩٥٧) و «الأجور» (١٩٥٧) و «خروج العرب من التاريخ» (١٩٩٠) و«البحر المتوسط والعالم» (١٩٩٢) .

Begining
The Story of Origins of Mankind, Life, The Earth

Isaac Asimof



هذا كتاب بدأ المؤلف العمل فيه فى فبراير ١٩٨٧. ومضى فيه رجوعا إلى الماضى السحيق، خطوة خطوة، حتى الانفجار الكبير الذى دشن بداية الكون- طبقا للنظرية الغالبة عند العلماء المختصين. ويحكى المؤلف بلغة مبسطة قصة نشوء الإنسان، وبداية الكائنات الحية، فظهور الأرض، والكون.

وهو كتاب علمى بامتياز، التزم المؤلف فى مادته منهجا علميا دقيقا، منتقلا من كل حالة أو ظاهرة أو حقبة إلى سابقتها فى سلم التطور، كمن يدير شريطا سينمائيا إلى الوراء، من آخره إلى أوله، وفى كل خطوة أيد القول بالدليل المادى حيثما وجد: كالحفريات، والآثار الجيولوجية، وحركة القارات، والظواهر الكونية التى تثبت وقوعها، وذكر- فى كل حالة- تاريخ أو الاختراع وصاحبه، عالما كان أو مخترعا أو مكتشفا أو مفكرا.

وجاء تأليف الكتاب والمؤلف فى ذروة نضجه وقمة شهرته كأبرز كتاب تبسيط العلوم، والخيال العلمى، فى القرن العشرين، وبعد أن بلغ رصيده من التأليف ٣٧٥ كتابا.